

АНОТАЦІЯ

В даній дипломній роботі описаний процес модернізації системи блоку управління багатофункціонального кухонного пристрою - мультиварки. Були проаналізовані аналоги даного пристрою на світовому ринку в декількох напрямках: технічні характеристики, характеристики принципової схеми блоку керування і характеристики конструкції зовнішнього корпусу. В цьому проекті були виявлені основні шляхи модернізації даного пристрою за допомогою заміни робочих елементів системи блоку керування. Проведені всі необхідні розрахунки по проектуванню друкованої плати, визначенню габаритних розмірів пристрою.

ANNOTATION

The thesis described the process of upgrading the control unit of multifunctional kitchen appliance - multi-cooker. Author analyzed the characteristics of analogues of this appliance in several directions: the characteristics of concept of the control unit and the characteristics outer casing. This project identified the main ways of modernization of this appliance by replacing the operating elements of the control unit system. Author provided all necessary calculations to design circuit board, to determine the overall dimensions of device.

Кенесов Т.С. РП-61-1, 2019

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

на тему: Багатофункціональний кухонний пристрій

Київ — 2019 року

ЗМІСТ

<i>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ</i>	2
<i>ВСТУП</i>	3
<i>1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ</i>	4
1.1 Загальне порівняння кухонних пристроїв	6
1.2 Аналоги	9
1.3 Аналіз роботи багатофункціонального кухонного пристрою	18
1.4 Аналіз технічного завдання	24
1.4.1 Аналіз застосування та призначення багатофункціонального кухонного пристрою	25
1.4.2 Умови експлуатації	25
<i>2 ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР СХЕМИ</i>	27
2.1 Принципова схема.....	29
2.2 Вибір елементів.....	32
<i>3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ</i>	37
3.1 Розрахунки топології друкованої плати	37
3.2 Вибір технології виготовлення друкованої плати	46
3.3 Вибір матеріалу друкованої плати	46
3.4 Вибір точності друкованої плати	47
3.5 Розробка друкованої плати в програмі Altium Designer	48
<i>4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНОСТІ</i>	50

					ПК-51.468181.001 ПЗ			
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Кенесов Т.С				Багатофункціональний кухонний пристрій	Літ.	Лист	Листів
Перевірив	Головня В.М						1	
						ПК-51 РТФ		
Н.Контр								
Затвердив								

4.1 Загальна конструкція	50
4.2 Розробка конструкції корпусу	53
4.3 Розрахунок надійності	54
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	58
5.1 Визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих фактів при розробці, виготовленні та експлуатації спроектованого пристрою.	58
5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії	59
5.2.1 Відповідність характеристик виробничого приміщення існуючим санітарним нормам	59
5.2.2 Відповідність параметрів мікроклімату робочого приміщення	60
5.2.3 Відповідність освітлення робочих місць санітарним нормам.	62
5.2.4 Електробезпека на робочому місці	64
5.2.5 Розрахунок електромережі із зануленням на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи електрообладнання.....	65
5.3 Пожежна безпека.....	66
ВИСНОВКИ	68
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	69
ДОДАТОК А ТЕХНІЧЕ ЗАВДАННЯ	71
ДОДАТОК Б ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ	72

					РК-51.468181.001 ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кенесов Т.С				Багатофункціональний кухонний пристрій	Літ.	Лист
Перевірів	Головня В.М					1	Листів
						РК-51 РТФ	
Н.Контр							
Затвердив							

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ІПНЖ — Імпульсний перетворювач напруги живлення

ВВП — Високо вольтний випремляч

БУ — Блок управління

ПУ — Пульт управління

ТЕН — Трубчастий електронагрівач

ДТ — Датчик температури

МК — Мікро контролер

РК — Рідко кристалличний

ДЖ — Джерело живлення

NTS — Negative temperature coefficient – Негативний температурний коефіцієнт

PTC — Positive temperature coefficient - Позитивний температурний коефіцієнт

ДДП — Двостороння друкована плата

БДП — Багатошарова друкована плата

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Впровадження нових технологій у всі сфери життя людей не оминуло і застосування різноманітних пристроїв на кухні. Мультиварки зараз мають дуже велику популярність бо зменшують час та полегшують приготування їжі.

Цей пристрій виготовляється під безліччю всіляких брендів, і кожний виробник намагається покращити його характеристики. Виробники мультиварок розробляють свої фірмові програми для приготування, впроваджують спеціальні багатошарові покриття для чаш, щоб підвищити їх строк служби, впроваджують в мультиварки бездротові технології.

Використання мультиварок полегшує приготування їжі та вивільняє час на інші справи.

Розробка багатофункціонального кухонного пристрою цікава тим, що на основі побудови та принципів роботи існуючих аналогів, можна змінювати його під потреби споживачів, змінювати набори функцій в ньому, відповідно і буде різна вартість.

Можливі шляхи модернізації багатофункціонального пристрою відносяться і до вибору матеріалів корпусу, чаші та шасі, і до вибору елементної бази, до модернізації блоку керування, яке тісно пов'язано з кількістю наявних ТЕНів, давачі температури та тиску, які можуть використовуватися, та, відповідно, з кількістю програм, які можуть бути реалізовані.

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Сучасна техніка зорієнтована на максимальне полегшення життя людини в самих різних аспектах. Харчування - це, мабуть, одна з найбільш важливих сфер життя, тому всякі технічні пристосування в харчовій сфері вдосконалюються з кожним днем, і один з таких технічних пристосувань є мультиварка. Для початку потрібно сказати, що мультиварка - це багатофункціональний електричний прилад, призначений для приготування їжі. Головною особливістю всієї техніки такого класу є наявність спеціального антипригарного покриття в чаші, завдяки якому стає можливим готувати їжу по будь-якому рецепту, без використання жиру, масла та сала. Крім цього робота пристрою базується на використанні мікропроцесора, здатного самостійно контролювати весь процес приготування їжі, скільки б продуктів не поклали в чашу.

Історія мультиварки походить від рисоварки. Рисоварка – це прилад, яким в 1937 році японська армія вирішила оснастити пересувні армійські кухні для можливості типового приготування рису в великих кількостях. Рисоварка з себе представляла дерев'яний прямокутний ящик, в якому знаходилися два електроди. В ящик насипався чистий промитий рис і наливалася вода, після чого по електродам пропускали струм. Під впливом електрики вода закипала і рис варився. За фактом готовності рису води ставало менше, різко зростав опір і температура зменшувалася, що давало примітивну автоматизацію підтримки приготованого рису в теплому стані. Установка мала великий ризик ураження електричним струмом і не була пристосована для використання в домашніх умовах [1].

Першу електричну автоматичну пароварку, таку що можна поставити на серійне виробництво, запропонував Йосітада Мінамі, і в 1956 році компанія Toshiba починає виробництво і поставку перших електричних пароварок, що мають функцію автоматичного відключення. Прилад

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

складався із двох контейнерів, розміщених один в одному. У внутрішній контейнер засипали рис, в зовнішній заливали воду. У процесі приготування вода википала і за фактом різкого зростання температури спрацьовував біметалічний термостат та прилад вимикався [2].

Зараз в наші дні мультиварка об'єднує в собі множину приладів вузького призначення: пательню, каструлю, пароварку, хлібопічку, йогуртницю, прилад для приготування соусів і багато інших. Збільшений діапазон температур приготування, наявна можливість готувати при різному тиску, є можливість випікати, смажити. Все це дає широкий вибір для домашнього використання мультиварки. Сучасна мультиварка має від п'яти і до декількох десятків режимів роботи [3].

На сьогоднішній день на ринку дуже багато видів мультиварок, від звичайних мультиварок в ціновому діапазоні від 600 грн. до 5000 грн. до мультиварок скороварок в ціновому діапазоні від 5000 грн. до 15000 грн.

Принцип роботи мультиварки полягає в тому, що центром її керування є мікропроцесор. У ньому завантажені алгоритми дій для приготування різних страв – програми або рецепти. Мікропроцесор аналізує покази датчиків температури і, в залежності від обраної програми роботи, змінює рівень нагріву ТЕНа. Саме термічне нагрівання ТЕНа створює в чаші необхідну температуру для приготування їжі [4].

Головне, що користувач не визначає необхідний рівень нагріву та інші параметри роботи мультиварки - він тільки вибирає одну з програм (рецептів), які встановлені в процесорі. Виключно запрограмований мікропроцесор регулює роботу нагрівального елемента в залежності від програми, адже під час приготування різних страв може знадобитися значна зміна температурного режиму [5].

Найпростіші прилади оснащуються тільки одним нагрівальним елементом, в той час як більш дорогі - двома, трьома і більше. Велика кількість ТЕНів гарантує більш швидке і рівномірне нагрівання чаші,

оскільки вони розташовуються по всій її площі, і по бокам, а не тільки знизу [6].

Мікропроцесор постійно «стежить» за показаннями температурного індикатора і включає-вимикає ТЕН для досягнення діапазону температур, які потрібні згідно конкретного рецепту. Варто зазначити, що кількість і тип харчових продуктів. в ємності для приготування, безпосередньо впливають на швидкість готування страви. Адже, в разі повного завантаження продуктами чаші, електронагрівачам потрібно більше часу на її розігрів до необхідної температури [7].

1.1 Загальне порівняння кухонних пристроїв

На сьогоднішній день на ринку дуже багато пропозицій мультиварок і скороварок. Ці 2 типи пристроїв мають найкращі якості при приготуванні їжі. Перш ніж купувати необхідно визначитися яка мультиварка потрібна для використання в повсякденному житті. Якщо порівнювати мультиварки між собою кожна модель не поступається в своїй працездатності, але мають свої відмінності, такі як швидкість готуванням, кількість програм, потужність, чи є приготування під тиском і т. ін. Наприклад для аналізу було обрано такі моделі: Polaris evo 0225, скороварка Moulinex se 500e32.

Розглянемо основні принципи роботи таких пристроїв: [8]

- Для звичайної мультиварки основною є температура;
- Приготування їжі в каструлі-скороварці відбувається під спільним впливом температури і високого тиску.

Обидва пристрої мають спеціальні клапани. При цьому, робота клапанів принципово різна:

1. Клапан на мультиварці призначений для випуску надлишкової пари. Цей клапан відкритий постійно, тому відсутнє зростання тиску всередині приладу.

2. Каструля-скороварка оснащена двома клапанами. Їх завдання - забезпечення герметичності та безпеки. У процесі приготування їжі робочий

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

клапан закритий. Завдяки цьому, в приладі підтримується високий тиск пари. Якщо створюється надлишковий тиск, клапан відкривається і пара частково виходить. Другий, запобіжний, клапан призначений для фіксації кришки та втручання пару, якщо виникла проблема з робочим клапаном.

Швидкість приготування.

В електроскороварці приготування їжі відбувається швидше. Але при цьому не враховується час нагнітання тиску. Крім цього, час витрачається ще й на стравлювання тиску. Лише після цього можна оцінити повний час приготування їжі.

Безперечно, в таких пристроях є переваги, це коли потрібно приготувати блюдо, з довгим часом приготування: лобіо, холодець. Наприклад, для приготування холодцю в електроскороварці знадобиться близько 3 годин, тоді як на звичайній плиті - майже півдоби.

Функціонал

За кількістю робочих програм звичайна мультиварка виграє перед комбінованим пристроєм. Винятком з цього правила є скороварки, які мають режим «мультиповар». Він дає можливість задавати необхідні параметри готування в ручну.

Зручності в експлуатації

Якщо раніше не користувалися жодним з цих приладів, то, напевно, простіше для початку освоїться зі звичайною мультиваркою. Скороварка трохи складніша в експлуатації. Іноді фахівці рекомендують мати обидва прилади відразу, використовуючи електроскороварку за необхідністю.

Якість їжі

Конструктивні особливості обох приладів такі, що, під час приготування, зберігаються корисні властивості продуктів. Крім того, зберігається зовнішня привабливість і натуральний аромат інгредієнтів. Але є певна перевага: їжа, приготовлена швидше вважається більш корисною.

Економічність

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

У порівнянні зі скороваркою, мультиварка коштує дешевше. Що стосується енерговитрат, це – індивідуальний показник, і залежить від потужності конкретної моделі.

Отже, які ж індивідуальні особливості обох пристроїв, і що краще: мультиварка чи скороварка?

1. Приготування їжі в мультиварці відбувається повільно, як у звичайній печі. Таку технологію можна назвати «напарюванням». Приготування страв в електроскороварці відбувається значно швидше, але нагнітання пари відбувається протягом 15 хвилин від початку роботи. Тому використовувати скороварку для страв швидкого приготування недоцільно.

2. За функціональністю мультиварка виграє. Вона годиться для приготування різних страв - від борщів, супів до випічки. Такі широкі можливості в більшості моделей скороварок відсутні.

3. Використовуючи мультиварку, маємо можливість контролювати приготування їжі. У скороварці цього зробити не можна. Зате при приготуванні таких продуктів, як яловичина, горох, квасоля, електроскороварка найкраща. На те, що готується в скороварці за двадцять хвилин, в мультиварці витрачаються години.

4. В плані безпеки мультиварка є кращою. Якщо не дотримуватися техніки безпеки під час приготування їжі в скороварці, то можна отримати серйозні опіки від гарячої пари, яка стравлюється через клапан.

5. Вартість. Хороша електроскороварка набагато дорожча ніж звичайна мультиварка, і придбати її значно складніше.

6. Що стосується вибору дизайну, то мультиварки представлені величезною кількістю моделей. Вибрати прилад, який впишеться в кухонний інтер'єр, набагато простіше.

Так що ж краще: мультиварка чи мультиварка – скороварка?

Все залежить від того, скільки часу витрачаєте на кухню:

- Використовуючи мультиварку, простіше реалізувати кулінарні таланти, готувати смачні і різноманітні страви.

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

- А скороварка – кращий вибір в тому випадку, якщо потрібне швидке приготування.

1.2 Аналоги

Розглянемо основні технічні характеристики різних типів мультиварок та зробимо їх порівняльний аналіз.

Мультиварка REDMOND RMS – M23

Розглянемо основні параметри роботи кухонного пристрою REDMOND RMS – M23 (рис.1.1) [9].



Рисунок 1.1 — Redmond RMC – M23

Параметри пристрою Redmond RMC – M23:

- Наявні функції: термостату, автоприготування, таймер автоматичного відключення, таймер відстрочки старту, підтримка температури;
- Об'єм чаші 5л;
- Додаткові можливості: Приготування сиру, приготування фондю, приготування халви, пастеризація рідких продуктів, стерилізація, підготовка продуктів до консервацій;
- Тип нагріву: ТЕН нагрів;
- Наявність покритті чаші: антипригарне керамічне ANATO (Корея);
- Тип керування: Кнопкове;
- Кількість програм: 25 автоматичних;

- Програми приготування: рис / крупи, молочна каша, суп, тушкування, плов, випічка, смажіння, мультиповар («sous-vide»), на пару, дріжджове тісто, макарони, експрес – приготування, сир, йогурт, холодець, дитяче харчування, запікання, пельмені, манти, піца, хліб, фритюр, тушкування;
- Потужність нагрівального елементу 860 Вт;
- Дисплей: Світлодіодний;
- Регулювання температури приготування (40–160)°С, з кроком 10 С;
- Матеріал корпусу: Нержавіюча сталь / пластик;
- Габарити 27х28.5х27;
- Вага 3 кг;
- Ціна 1329 (2014 г).

Порівняння з іншими моделями мультиварок буде проведено нижче.

Кухонний пристрій MOULINEX CE 500E32

Розглянемо основні параметри роботи MOULINEX CE 500E32 (рис. 1.2) [10].



Рисунок 1.2 — Moulinex CE 500E32

Параметри пристрою Moulinex CE 500E32:

- Функції: пароварка, йогуртниця, мультиповар, підтримання температури, таймер відстрочки;
- Об'єм чаші – 5л;
- Додаткові можливості: попереднє відключення функції автоматичного нагрівання, знімний паровий клапан, внутрішня кришка;
- Тип нагріву: ТЕН нагрів;

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

- Покриття чаші: керамічне;
- Тип керування: кнопочове;
- Кількості програм: 21;
- Ручні настройки: час, температура, рівень тиску;
- Програми приготування: рис / крупи, молочна каша, суп, тушкування, плов, випічка, смажіння;
- Потужність нагрівального елементу: 1000 Вт;
- Дисплей: LED;
- Регулювання температури приготування (40–160)°С, з кроком 10°С;
- Матеріал корпусу: нержавіюча сталь / пластик;
- Габарити 33.4x31.6x31.6;
- Вага 4.85 кг;
- Ціна 3799 грн.

Порівняння з іншими моделями мультиварок буде проведено нижче.

Кухонний пристрій PANASONIC SR-TMZ550

Розглянемо основні параметри роботи PANASONIC SR-TMZ550 (рис. 1.3) [11].



Рисунок 1.3 — Panasonic SR – TMZ550

Параметри пристрою PANASONIC SR-TMZ550:

- Функції: термостат, автоприготування, таймер автоматичного вимкнення, таймер відстрочки старту, підтримка температури;
- Об'єм чаші: 5л;

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

- Додаткові можливості: вбудований енергонезалежний годинник, контейнер-пароварка з регульованою глибиною і додатковою пластиною;
- Тип нагріву: ТЕН нагрів;
- Покриття чаші: антипригарне;
- Тип керування: кнопкове;
- Кількість програм: 22;
- Ручні настройки: час, температура, рівень тиску;
- Програми приготування: молочна каша, суп, тушкування, плов, випічка, смажіння, компот, стейк, омлет, гречка, йогурт, варення, холодець, голубці, самоочищення;
- Потужність нагрівального елементу: 840 Вт;
- Дисплей: LCD;
- Регулювання температури приготування: (40–130)°С;
- Матеріал корпусу: нержавіюча сталь / пластик;
- Габарити: 28.1x26x32;
- Вага: 3.80 кг.

Порівняння з іншими моделями мультиварок буде проведено нижче.

Кухонний пристрій REDMOND RMC-M90

Розглянемо основні параметри роботи REDMOND RMC-M90 (рис. 1.4) [12].



Рисунок 1.4 — Redmond RMC – M90м

Параметри пристрою REDMOND RMC-M90:

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Функції: пароварка, йогурт, мультиповар, підтримання температури, таймер відстрочки, 3D нагрів;

- Об'єм чаші: 5 л;
- Додаткові можливості: вбудований енергонезалежний годинник, контейнер-пароварка з регульованою глибиною і додатковою пластиною;
- Тип нагріву: ТЕН нагрів;
- Покриття чаші: антипригарне ANATO;
- Тип керування: сенсорне;
- Кількість програм: 17;
- Ручні настройки: час, температура;
- Програми приготування: молочна каша, суп, тушкування, плов, випічка, жарка, йогурт, макарони, піца, крупи, варіння, мультиповар;
- Потужність нагрівального елементу 1000 Вт;
- Дисплей: LCD;
- Регулювання температури приготування: (35-170)°C з кроком 5°C;
- Матеріал корпусу: пластик;
- Особливості: 45 програм (17 автоматичних, 28 ручного налаштування);
- Габарити: (31x27x41) см;
- Вага: 5,6 кг;
- Ціна: 3379 грн.

Порівняння з іншими моделями мультиварок буде проведено нижче.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Кухонний пристрій POLARIS EVO 0225

Розглянемо основні параметри роботи POLARIS EVO 0225 (рис. 1.5) [13].



Рисунок 1.5 — Polaris EVO 0225

Параметри пристрою Polaris EVO 0225:

- Функції: пароварка, йогурт, мультиповар, підтримання температури, таймер відстрочки, 3D нагрів, керування зі смартфона, інтелектуальне меню;
- Об'єм чаші: 5 л;
- Додаткові можливості: попереднє відключення функції автоподогріву;
- Тип нагріву: ТЕН нагрів;
- Покриття чаші: керамічне;
- Тип керування: сенсорне;
- Кількість програм: 20;
- Ручні настройки: час, температура;
- Програми приготування: випічка, суп, тушкування, смаження, запікання, паста, йогурт, варення, варіння на пару, молочна каша, крупа, плов, піца, напарювання, хліб, жарка на маслі, соте, вівсянка;
- Потужність нагрівального елементу: 860 Вт;
- Дисплей: LED;
- Регулювання температури приготування: від 30°C до 160°C;
- Матеріал корпусу: нержавіюча сталь;
- Габарити: (26x30x40) см;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ПК-51.468181.001 ПЗ

Лист

14

- Вага: 4,3 кг;
- Колір виробу: чорний;
- Ціна: 4539 грн.

Порівняння з іншими моделями мультиварок буде проведено нижче.

Кухонний пристрій TEFAL SPHERICAL BOWL RK815

Розглянемо основні параметри роботи TEFAL SPHERICAL BOWL RK815 (рис. 1.6) [14].



Рисунок 1.6 — Tefal RK815

Параметри пристрою Tefal Spherical Bowl RK815

- Функції: пароварка, йогурт, мультиповар, підтримання температури, таймер відстрочки, інтелектуальне меню;
- Об'єм чаші: 5 л;
- Додаткові можливості: попереднє відключення функції автопідогріву;
- Тип нагріву: ТЕН нагрів;
- Покриття чаші: антипригарне;
- Тип керування: кнопкове;
- Кількість програм: 42;
- Ручні настройки: час, температура;
- Програми приготування: рис, плов, тушкування, смаження, пароварка, суп, запікання, йогурт, сир, дитяче меню, паста, десерт, готування за інгредієнтами;
- Потужність нагрівального елементу: 750 Вт;

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

- Дисплей: рідкокристалічний;
- Регулювання температури приготування: від 30°C до 160°C;
- Матеріал корпусу: пластик;
- Габарити: (28,5x26,3x40,5) см;
- Вага: 4,17 кг;
- Колір виробу: чорний;
- Ціна: 3390 грн.

Порівняння з іншими моделями мультиварок буде проведено нижче.

Проаналізувавши всі характеристики роботи мультиварок та деякі особливості їх конструкцій було обрано, для подальшого аналізу, такі багатофункціональні кухонні пристрої як Polaris ево 0225, Moulinex se 500e32 Redmond rmc-m23 (табл.1.1).

Всі інші аналоги, після аналізу їх роботи, не підходять з багатьох причин, серед них такі: цінова категорія — вони дорожчі, по корпусу — незручне розташування блоку керування, нагрівальний елемент — індукційний, сенсорне керування, і т.д. Всі ці речі, перераховані вище, не влаштовують нас в розробці нашого багатофункціонального кухонного пристрою.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Виходячи з усього цього мультиварки такі як Polaris evo 0225, Moulinex ce 500e32 та Redmond rmc-m23 підходять найкраще за багатьма критеріями.

Таблиця 1.1 – Порівняння аналогів

Характеристика	Модель Polaris evo 0225	Модель Moulinex ce 500e32	Модель Redmond rmc- m23
Потужність, Вт	860	1000	1000
Температура приготування t°, °C	30-160	40-160	35-170
Крок перемикання t°, °C	5	10	5
Загальна вага	4,3	4,85	5,6
Габарити, см	26x30x40	33,4x31,6x31,6	31x27x41
Діаметр чаші			
Тип дисплею	LED	LED	LCD
Тип керування	Сенсорне	Кнопкове	Сенсорне
Кількість програм	20	21	17
Можливість приготування під тиском	Нема	Є	Нема
3D нагрів	Є	Нема	Є
Ціна; грн. (20.02.2019)	4539	3199	2699

В цій таблиці розглянули параметри мультиварок, які мають найкращі значення характеристик, і обрали за прототип модель Moulinex ce 500e32. Оскільки ця модель має високу потужність, має найбільшу кількість програм та має невисоку вартість. Виходячи з цього ми будемо модернізувати, по аналогу Moulinex ce 500e32, блок керування.

1.3 Аналіз роботи багатофункціонального кухонного пристрою

Системи керування мультиварок [15]

Незважаючи на велику різноманітність по типу нагрівання, мультиварки поділяються на два види: з нагріванням за допомогою ТЕН і з індукційним нагріванням.

Найпоширенішими, більш простими по влаштуванню і, відповідно, більш дешевими є мультиварки з нагріванням за допомогою ТЕН. Нагрівальний елемент в них розташовується знизу і прилягає до дна чаші. Там же розташований термодатчик, на основі показань якого МК керує роботою ТЕН і тим самим забезпечується процес приготування їжі. Потрібна температура приготування їжі залежить від часу включення ТЕН (при подачі живлення на ТЕН він завжди віддає максимальну потужність) - при заданій низькій температурі приготування ТЕН періодично включається на короткі проміжки часу, які можуть збільшуватися для досягнення підвищеної температури. Розглянемо особливості побудови і роботу систем керування мультиварок на прикладах моделей з нагріванням ТЕН ("Panasonic SR-TMH18"), а потім - з індукційним нагріванням ("CUCKOO CMC-HE1051F").

Мультиварка Panasonic SR-TMH18

Вона мало чим відрізняється від більшості аналогічних пристроїв (приготування їжі без надлишкового тиску), схема керування має такі особливості:

- в пристрої встановлено три ТЕН (два - в основному корпусі і один - в кришці) і два датчика температури (по одному - в кришці і під чашею). ТЕН на кришці використовується для боротьби з конденсатом, а бічний малопотужний (73 Вт) ТЕН - для забезпечення режиму підігріву;

- клапан випускання пари на кришці механічного типу (не контролюється системою керування). Електроніка мультиварки розміщена на двох платах - силовій (SUPPLY_BOARD_MV) і платі керування та індикації (CONTROL_BOARD_MV). На першій платі розміщено джерело живлення,

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

силові компоненти (реле, сімістори) керування ТЕН, а на другій - МК, РК індикатор, функціональні кнопки і світлодіодні індикатори. Обидві плати з'єднані між собою 10-провідним шлейфом, до силової плати підключені ТЕН, датчики температури, також на неї надходить живлення від мережі. Схема з'єднань мультиварки показана на рис. 1.7, а принципові електричні схеми плат - на рис. 1.8 і 1.9. На рис. 1.10 показаний зовнішній вигляд силової плати SUPPLY_BOARD_MV.

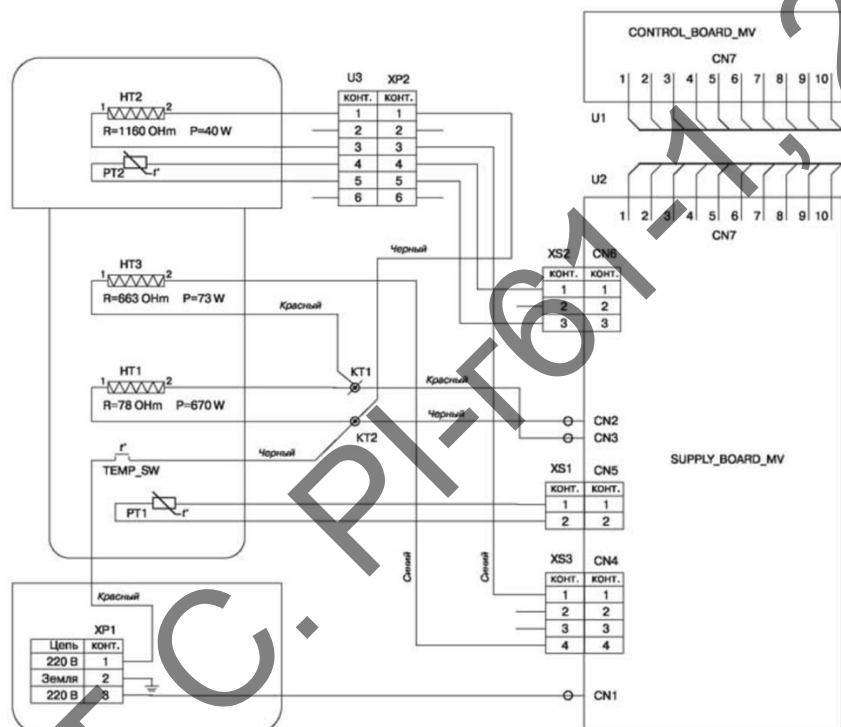


Рисунок 1.7 — Схема з'єднань мультиварки

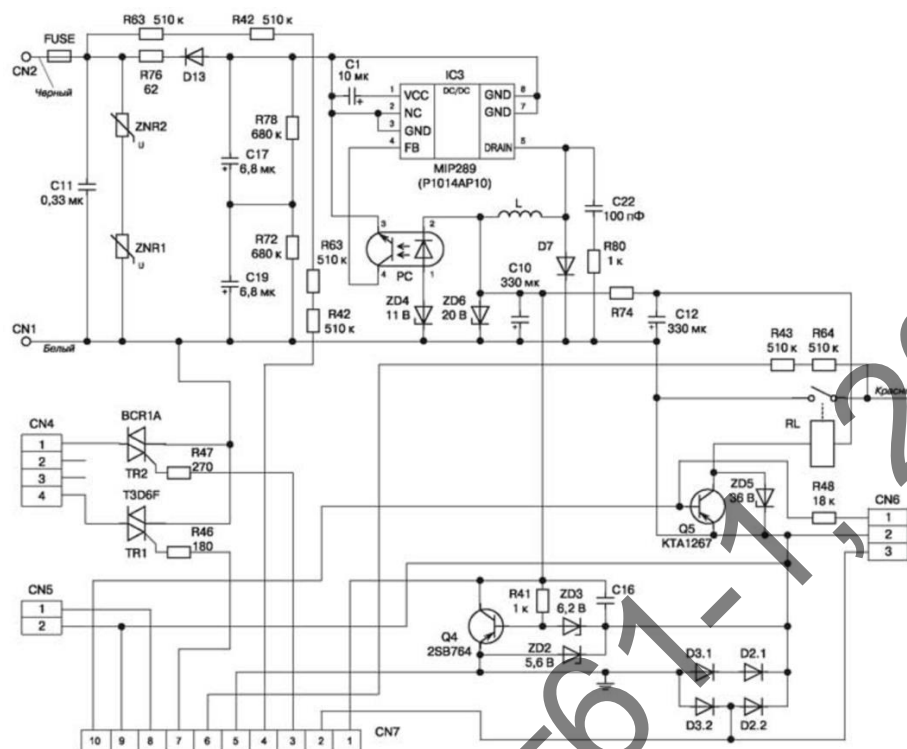
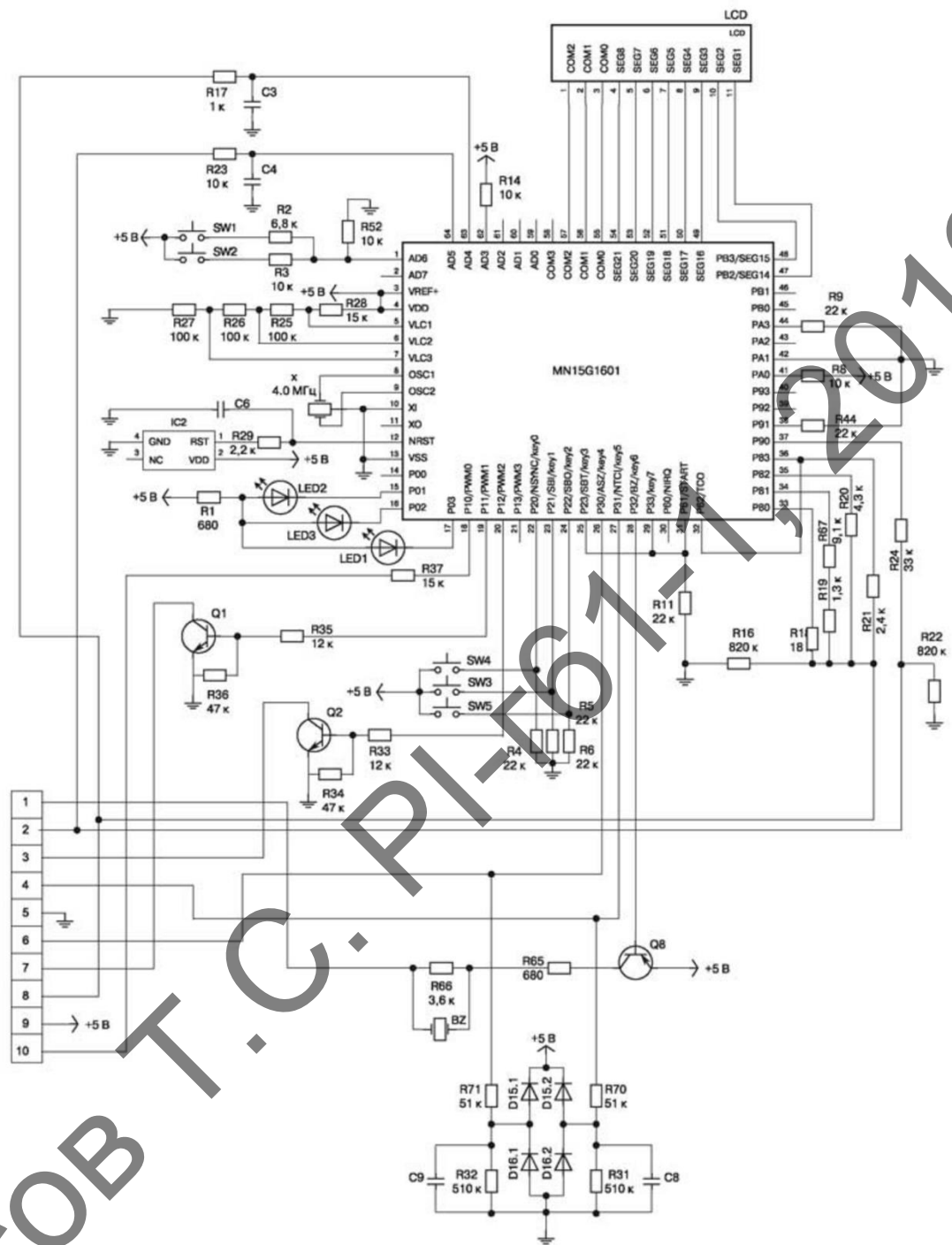


Рисунок 1.8 — Принципова електрична схема
силової плати (SUPPLY_BOARD_MV)



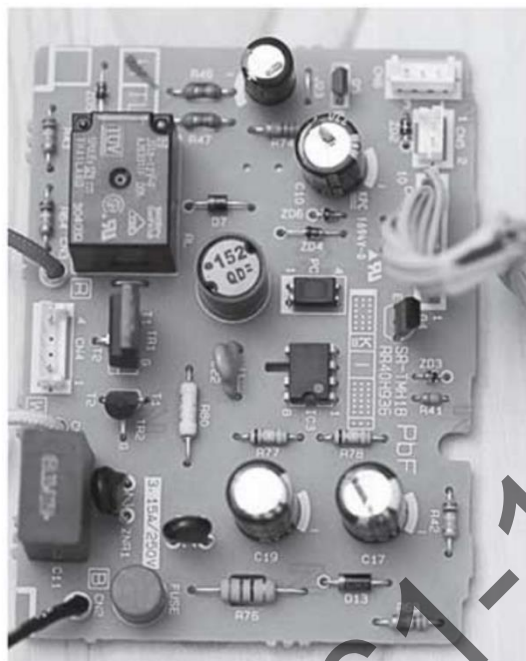


Рисунок 1.10 — Зовнішній вид силової плати (SUPPLY_BOARD_MV)

Розглянемо призначення і принципи роботи основних електричних вузлів і ланцюгів в складі мультиварки.

Основним керуючим вузлом пристрою є спеціалізований 8-бітний МК MN15G1601 фірми PANASONIC SEMICONDUCTOR. Мікросхема виконана в пластиковому 64-вивідному корпусі LQFP064-P-1414 і призначена для використання в мультиварці PANASONIC і їх "клонах". МК управляє РК індикатором (4 розряди по 35 сегментів), світлодіодними індикаторами, звуковим випромінювачем і зчитує стан кнопок клавіатури. Він має 35 ліній універсальних портів введення-виведення, а також 8-канальний 10-бітний АЦП. 16 кбіт вбудованого масочного ПЗУ забезпечують зберігання резидентного ПО. Для стабілізації частоти тактового генератора в складі МК до його вив. 8, 9 підключений кварцовий резонатор X (4 МГц). Для формування сигналу RESET до вив. 12 МК підключений інтегральний детектор напруги IC2 (аналог KIA7042 і ін.). Ця мікросхема формує сигнал початкового скидання при подачі живлення, а також, якщо в силу різних причин (аварійна ситуація), напруга живлення знизиться до рівня 4,2В ... 4,3

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

В. Для забезпечення мережевої синхронізації МК на нього надходить напруга від мережі по ланцюгу: CN2 - R63, R42 - контакт 4 з'єднувача CN7 - вив. 27 IC1.

Що стосується аналізованої моделі мультиварки МК забезпечує:

- керування трьома ТЕН;
- опитування стану функціональних кнопок з плати керування та індикації;
- відображення інформації на індикаторах плати керування та індикації;
- прийом аналогових сигналів з двох датчиків температури NTC;
- контроль стану ланцюгів датчиків температури (обрив / коротке замикання);
- контроль ланцюга живлення основного ТЕН (670 Вт);
- формування сигналів зміщення (VLCx) для функціонування РК індикатора.

Розглянемо основні ланцюги керування і контролю мультиварки (див. Рис. 1.8 - 1.10).

Силові кола керування ТЕН.

HT1 (основний ТЕН, P=670 Вт): вив. 18 IC1 - R37 - контакт 10 CN7 - транзистор Q5 - обмотка та контактна група реле RL – з'єднувач CN3 - HT1;

HT2 (додатковий ТЕН кришки для видалення конденсату, P=40 Вт): вив. 20 IC1 - транзистор Q2 - контакт 3 CN7 - R47 - сімістор TR2 - контакт 1 CN4 - контакт 1 XP2 - HT2;

HT3 (додатковий ТЕН підігрів чаші, P=73 Вт): вив. 9 IC1 - транзистор Q1 - контакт 7 CN7 - R46 - сімістор TR1 - контакт 4 CN4 - HT2.

Кола індикації, керування (малопотужні навантаження) та контролю

РК дисплей: вив. 47-57 IC1 - контакт 1-11 LCD; вив. 5-7 IC1 - R25-R28 (напруга зсуву для роботи РК індикатора);

Світлодіодні індикатори: вив. 15-17 IC1 - LED1-LED3;

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

Функціональні кнопки: вив. 1 IC1 - R2, R3 - SW1, SW2; вив. 22-24 IC1 - SW3-SW5;

Звуковий випромінювач: вив. 28 IC1 - Q8 - R65 - випромінювач BZ;

Контроль живлення основного ТЕН: НТ1 - з'єднувач CN3 - R43, R64 - контакт 6 CN7 - вив. 26 IC1;

Датчики температури: RT1 (основний) - контакт 1 CN5 - контакт 7 CN7 - вив. 63 і вив. 3336 IC1 (вимір температури з датчика і контроль ланцюга датчика на коротке замикання / обрив); RT2 (додатковий в кришці) - контакт 3 CN6 - контакт 2 CN7 - вив. 64 і вив. 27 IC1 (вимірювання температури з датчика і контроль кола датчика на коротке замикання / обрив).

Джерело живлення (ДжЖ) виконане за без трансформаторною схемою на основі інтегрального перетворювача IC3 типу MIP289 (аналог NCP1014AP) з вбудованим силовим ключем. Він формує з мережевої напруги постійні стабілізовані напруги 5 і 12 В. Роботу перетворювача також забезпечують накопичувальний дросель L, діод D7 і ланцюг зворотного зв'язку на оптроні PC. На вхід перетворювача (вив.2, 3, 7, 8 IC3) надходить постійна напруга (близько 300 В), яке формується випрямлячем і фільтром R76 D13 C17 C19 R72 R78. Вторинні кола ІІ не мають гальванічної розв'язки від первинного кола. Для формування стабілізованої напруги 5 В служить каскад на транзисторі Q4 (живлення МК IC1 і детектора напруги IC2). Канал 12 В використовується для живлення кіл реле RL і звукового випромінювача BZ.

Після всього аналізу було складено аналіз технічного завдання.

1.4 Аналіз технічного завдання

При аналізі ТЗ необхідно розглянути застосування і призначення приладу, задані технічні характеристики і схеми електричні. Необхідно враховувати також технологічні та економічні обмеження.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

1.4.1 Аналіз застосування та призначення багатофункціонального кухонного пристрою

Багатофункціональний кухонний прилад призначений для приготування різноманітних страв від борщу до випічки з різними температурними режимами регульованою від 30 °С до 160 °С. Він відноситься до наземної радіоелектронної апаратури стаціонарної побутової. Групи виконання І - апаратура працює в житлових приміщеннях, категорія розміщення - в опалюваних приміщеннях.

Функціональне призначення розроблюваного приладу передбачає його використання в побутовому житті.

За специфікою використання, корпус багатофункціонального приладу пластмасовий, що б забезпечити електричну безпеку, тому що він має нагрівальні елементи, чаша повинна бути металевою, стійки і тримачі металеві.

Живлення забезпечується з зовнішньої мережі параметри якої: напруга 220 В, сила струму 10 А.

Габарити визначаються розмірами чаші і повинні бути не більше (35х35х35) см. Вид виконання моноблочний, тому що він функціонально завершений. Маса визначається кількістю нагрівальних елементів, вона повинна бути не більше 5 кг.

1.4.2 Умови експлуатації

Наш апарат буде експлуатуватися в кліматичному районі УХЛ4.2 відповідно до ГОСТ15150-69 і при таких значеннях:

Робоча температура, °С

Мінімальна+10,

Максимальна.....+35.

4.2.1. Гранична температура °С

Мінімальна+1,

Максимальна.....+40.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

4.2.2. Робоча відносна вологість %

Мінімальна, при температурі 20°C60,

Максимальна при температурі 25°C80.

4.2.3. Гранична відносна вологість при температурі +25°C

.....90%.

4.2.4. Атмосферний тиск

Мінімальний,86,

Максимальний106,7.

4.2.5. Вібрації при експлуатації

Діапазон частот,10-70 Гц,

Прискорення не більше20 м/с², (2g).

4.2.6. Удари при експлуатації не висуваються

4.2.7. Удари при транспортування

Пікове ударне прискорення,147 м/с² (15g),

Тривалість ударного імпульсу,.....6 мс,

Кількість ударів.....4000.

Прилад повинен пропрацювати не менше 18000 годин з ймовірністю безвідмовної роботи 0.95, в разі поломки час відновлення 10 годин.

Багатофункціональний кухонний прилад відповідає умовам безпеки і естетичності, в ньому відсутні гострі кути і кромки, також раціонально розміщені елементи керування і контролю на фронтальній стороні, на торцевій стороні приладу розміщений роз'єм для підключення електроживлення. Прилад виготовляється з безпечних матеріалів які доступні на ринку в момент розробки.

2 ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР СХЕМИ

Структурна схема нашого приладу живиться від мережі 220 В, поступає в блок живлення, який складається з високовольтного випрямляча і імпульсного перетворювача напруги живлення. Високовольтний випрямляч підвищує напругу для нагрівання ТЕНа, а імпульсний перетворювач напруги живлення знижує напруги на 12 В і 5 В для забезпечення роботи блоку керування, датчиків і дисплея. ТЕН – електронагрівальний елемент для приготування їжі. БК – блок керування приладом і програмами приготування їжі. ПК пульт керування нашим приладом для завдання програм часу і т.ін.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

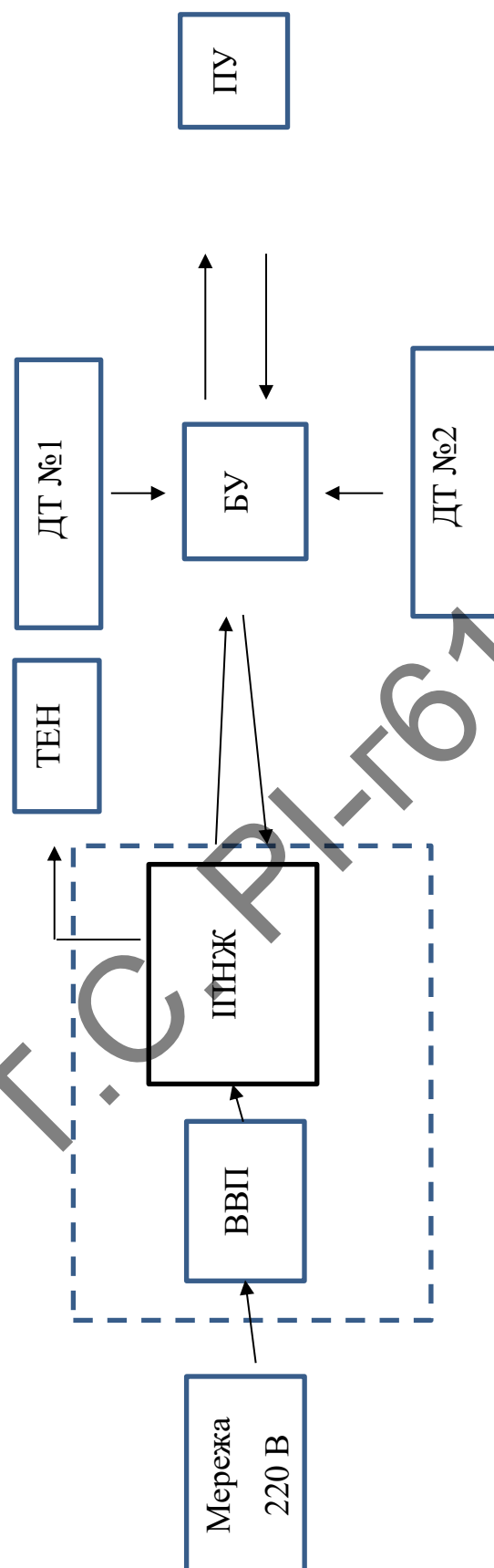
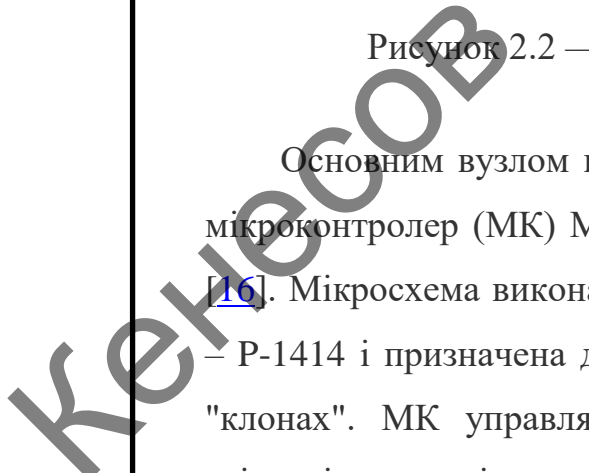


Рисунок 2.1 — Структурна схема багатofункціонального кухонного пристрою

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PK-51.468181.001 ПЗ

2019



Основним вузлом пристрою, що управляє, є спеціалізований 8-бітовий мікроконтролер (МК) MN15G1601 фірми PANASONIC SEMICONDUCTOR [16]. Мікросхема виконана в пластиковому 64- вивідному корпусі LQFP064 – P-1414 і призначена для використання в мультиварках P ANASONIC і їх "клонах". МК управляє РК індикатором (4 розряди по 35 сегментів), світлодіодними індикаторами, звуко- вим сигналізатором і зчитує стан кнопок клавіатури. Він має 35 ліній універсальних портів введення –

Лист
29

виведення, а також 8-канальний 10-бітовий АЦП. 16 кбіт вбудованого масочного постійного запам'ятовуючого пристрою (ПЗП) забезпечують зберігання резидентного програмного забезпечення (ПЗ). Для стабілізації частоти тактового генератора у складі МК до його виводів 8, 9 підключений кварцевий резонатор X (4 МГц). Для формування сигналу RESET до виводу 12 МК підключений інтегральний детектор напруги IC2 (аналог KIA7042 та ін.). Ця мікросхема формує сигнал початкового скидання при поданні живлення, а також, якщо в силу різноманітних причин (аварійна ситуація), живляча напруга знизиться до рівня 4,2...4,3 В. Для забезпечення мережевої синхронізації МК на нього поступає напруга від мережі по ланцюгу: CN2 – R63, R42 – контакт 4 з'єднувачі CN7 – вив. 27 IC1.

Стосовно даної моделі мультиварки МК забезпечує:

- керування трьома ТЕНами;
- опитування стану функціональних кнопок з плати управління і індикації;
- відображення інформації на індикаторах плати керування та індикації;
- прийом аналогових сигналів з двох датчиків температури NTC;
- контроль стану ланцюгів датчиків температури (обрив/коротке замикання);
- контроль ланцюга живлення основного ТЕН (670 Вт);
- формування сигналів зміщення (VLCx) для функціонування РК індикатора.

Розглянемо основні ланцюги управління і контролю мультиварки.

Силові ланцюги управління ТЭН:

- НТ1 (основний ТЭН, P = 670 Вт): вив. 18 IC1 – R37 – контакт 10 CN7 – транзистор Q5 – обмотка і контактна група реле RL – з'єднувач CN3 – НТ1;
- НТ2 (додатковий ТЭН кришки для видалення конденсату, P = 40 Вт): вив. 20 IC1 – транзистор Q2 – контакт 3 CN7 – R47 – симістор TR2 – контакт 1 CN4 – контакт 1 XP2 – НТ2;

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

– НТЗ (додатковий ТЭН підігрівання чаші, P=73 Вт): вив. 9 IC1 – транзистор Q1 – контакт 7 CN7 – R46 – семістор TR1 – контакт 4 CN4 – НТ2.

Ланцюги індикації, управління (малопотужні навантаження) і контролю:

– РК дисплей: вивід 47– 57 IC1 – контакт 1– 11 LCD; вивід 5– 7 IC1 – R25 –R28 (напруга зміщення для роботи ЖК індикатора);

– Світлодіодні індикатори: вив. 15– 17 IC1 – LED1 – LED3;

– Функціональні кнопки: вив. 1 IC1 – R2, R3 – SW1, SW2; вив. 22– 24 IC1 – SW3 – SW5;

– Звуковий випромінювач: вив. 28 IC1 – Q8 – R65 – випромінювач BZ;

– Контроль живлення основного ТЭН: НТ1 – з'єднувач CN3 – R43, R64 – контакт 6 CN7 – вив. 26 IC1;

– Датчики температури: RT1 (основний) – контакт 1 CN5 – контакт 7 CN7 – вив. 63 і вив. 3336 IC1 (вимір температури з датчика і контроль ланцюга датчика на коротке замикання/обрив); RT2 (додатковий в кришці) – контакт 3 CN6 – контакт 2 CN7 – вив. 64 і вив. 27 IC1 (вимір температури з датчика і контроль ланцюга датчика на коротке замикання/обрив).

Джерело живлення (ДЖ) виконане за безтрансформаторною схемою на основі інтегрального перетворювача IC3 типу MIP289 (аналог NCP1014AP) зі вбудованим силовим ключем. Він формує з мережевої напруги постійну стабілізовану напругу 5 і 12 В. Роботу перетворювача також забезпечують накопичувальний дросель L, діод D7 і ланцюг зворотного зв'язку на оптроні РС. На вхід перетворювача (виводи 2, 3, 7, 8 IC3) поступає постійна напруга (близько 300 В), яка формується випрямлячем і фільтром R76 D13 C17 C19 R72 R78. Вторинні ланцюги ИП не мають гальванічної розв'язки від первинного ланцюга. Для формування стабілізованої напруги 5 В служить каскад на транзисторі Q4 (живлення МК IC1 і детектора напруги IC2). Канал 12 У використовується для живлення ланцюгів реле RL і звукового випромінювача BZ.

2.2 Вибір елементів

В роботі було вибрано за основу принципову електричну схему плати керування та індикації, в подальшому будемо проводити модернізацію, обирати більш сучасні моделі елементів з кращими характеристиками для цієї плати. Для початку порівнюємо необхідні елементи з різними номіналами і різних виробників (табл 2.1 – 2.1).

Порівняльні характеристики резисторів різних опорів представлено в таблицях 2.1-2.3.

Таблиця 2.1 — Вибір резисторів

Фірма	Опір	Максимальний допуск на опір	Номінальна потужність	Максимальна робоча напруга	Мінімальна робоча температура	Максимальна робоча температура
Yageo 1206	1.0 (Ом)	5.0 (%)	0.25 (Вт)	300.0 (В)	-55 °C	125.0 °C
Panc 1206	1.0 (Ом) – 30 (МОм)	5.0 (%)	0.25 (Вт)	200.0 (В)	-50 °C	125.0 °C
VISHA Y 1206	1.0 (Ом)	5.0 (%)	0.25 (Вт)	200 (В)	-55 °C	155 °C

Таблиця 2.2 — Вибір резисторів

Фірма	Опір	Максимальний допуск на опір	Номінальна потужність	Максимальна робоча напруга	Мінімальна робоча температура	Максимальна робоча температура
YAGE O 0603	22 Ом	5.0 (%)	0.1 (Вт)	50 (В)	-50 °C	125.0 °C
Royal Ohm 0603	2.2 (кОм)	5.0 (%)	0.1 (Вт)	50 (В)	-50 °C	125.0 °C
VISHA Y 0603	22 Ом	5.0 (%)	0.1 (Вт)	50 (В)	-50 °C	125.0 °C

Таблиця 2.3 — Параметри резисторів

Фірма	Опір	Максимальний допуск на опір	Номинальна потужність	Максимальна робоча напруга	Мінімальна робоча температура	Максимальна робоча температура
Fenghua 0805	47 Ом	5.0 (%)	0.125 (Вт)	50 (В)	-50 °C	125.0 °C
Royal ohm 0805	47 Ом	5.0 (%)	0.1 (Вт)	50 (В)	-50 °C	125.0 °C
Panc 0805	47 Ом	5.0 (%)	0.125 (Вт)	50 (В)	-50 °C	125.0 °C

Порівняємо характеристики LED світлодіодів різних виробників (табл. 2.4)

Таблиця 2.4 — Характеристики LED світлодіодів

Фірма	Робоча напруга	Висота ніжок	Номинальний струм	Тип лінзи	Кут випромінювання	Робоча температура
Pro Bright Light	3,0В - 3,2В	28 мм	20 мА	прозора	60°	-40°C до 85°C
Foton	3,0В - 3,2В	28 мм	20 мА	прозора	60°	-40°C до 85°C
Cree	3,0В - 3,2В	28 мм	20 мА	прозора	60°	-40°C до 85°C

Проведемо порівняння транзисторів різних фірм – виробників (табл. 2.5-2.6)

Таблиця 2.5 — Параметри транзисторів

Фірма	Структура	Напруга колектор-емітер, не більше	Напруга колектор-база, не більше	Напруга емітер-база, не більше	Струм колектора, не більше	Розсіювана потужність колектора, не більше	Коефіцієнт підсилення транзистора по струму (h_{fe})
Diotec Semiconductor AG BC807	p-n-p	- 45 В	- 50 В	- 5 В	- 0.5 А	0.25 Вт	100 - 600
NXP Semiconductors NV BCW68	p-n-p	- 45 В	- 60 В	- 5 В	- 0.8 А	0.35 Вт	100 - 630
Intersil BCX17	p-n-p	- 45 В	- 50 В	- 5 В	- 0.5 А	0.3 В	100 - 600

Таблиця 2.6 — Параметри транзисторів

Фірма	Структура	Напруга колектор-емітер, не більше	Напруга колектор-база, не більше	Напруга емітер-база, не більше	Струм колектора, не більше	Фірма	Структура
Diotec Semiconductor AG 2SC 5353	n-p-n	800 В	900 В	7 В	3 А	25 Вт	15
NXP Semiconductors NV 2SC1985	n-p-n	60 В	80 В	6 В	6 А	40 Вт	40
Intersil 2SC32 54-S	n-p-n	60 В	80 В	5 В	7 А	35 Вт	140 - 280

Проведемо аналіз діодних мостів (табл. 2.7)

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.7 — Діодні мости

Фірма	Корпус	Uзв, V	I пр, A	Тип діодного моста	Монтаж	Імпульсний струм, A
Kingtronics	MB-25	1000 V	15 A	Однофазовий	ТНТ	300 A
Fairchild Semiconductor	dfs	600 V	1 A	Однофазовий	smd	50 A
TOSHIBA	MB10S	1000 V	0.5 A	Однофазовий	smd	50 A

Проведемо аналіз кварцевих генераторів (табл. 2.8)

Таблиця 2.8 — Кварцеві генератори

Фірма	Маркування генератора	Напруга живлення	Діапазон частот	Максимальний струм споживання	Навантажувальна здатність	Вихідна напруга
СПМ	3Н53 (0532)	3.3 В	2,5...66 МГц	22 мА	15 пФ	"0" - 0,33 В; "1" - 2,99 В
Fairchild Semiconductor	5SWO (0705)	5.0 В	1,544...105 МГц	45 мА	15 пФ	0 - 0,5 В; "1" - 4,5 В

Проведемо аналіз інтегрального детектору напруги (IC2) (табл. 2.9)

Таблиця 2.9 — Інтегральні детектори напруги

Фірма	Резонансна частота, МГц	Номер гармоніки	Точність настрійки $dF/F \times 10^{-6}$	Навантажувальна ємність, пФ	Робоча температура, °C	Корпус
Geyer Electronic	4	1	100	16	-40...85	kx-3ht
Китай	4	50	50	32	0...70	hc-49sm
Китай	4	30	30	32	-20...70	hc-49u

Проведемо аналіз кварцевого резонатору (табл. 2.10)

Таблиця 2.10 — Кварцевий резонатор

Фірма	Резонансна частота, МГц	Номер гармоніки	Точність настрійки $dF/F \times 10^{-6}$	Навантажувальна ємність, псФ	Робоча температура, °C	Корпус
Geyer Electronic	4	1	100	16	-40...85	kx-3ht
Китай	4	50	50	32	0...70	hc-49sm
Китай	4	30	30	32	-20...70	hc-49u

По проведеному порівнянні, обрані ті радіоелементи, які найкраще відповідають вимогам технічного завдання.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РК-51.468181.001 ПЗ

Лист

36

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

3.1 Розрахунки топології друкованої плати

Розрахунок ширини друкованих провідників для всіх присутніх у схемі рівнів сигналу

Для сигнальних :

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у вузькому місці, мм:

Вибираємо за класом точності:

$$t_{min}D_s = 0,25 \text{ (мм)}.$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) :

$$\Delta tH_{o_s} = -0,05 \text{ (мм)},$$

$$t1V_s = t_{min}D_s + |\Delta tH_{o_s}| = 0,3 \text{ (мм)}.$$

Примітка : Для завдання підвищеної складності – клас точності 3, для завдань звичайної складності – клас точності 2.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у широкому місці, мм:

Вибираємо за класом точності на один менше:

$$t_{min}D_s = 0,45 \text{ (мм)}.$$

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) :

$$\Delta tHo_s = -0,01 \text{ (мм)},$$

$$t1III_s = t_{min}D_s + |\Delta tHo_s| = 0,55 \text{ (мм)}.$$

Примітка : Для завдання підвищеної складності – клас точності 2, для завдань звичайної складності – клас точності 1.

Мінімальне допустиму ширини провідника провідника t_2 з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%) :

Питомий опір провідників :

$$\rho = 0,0180 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$$

Довжина провідника (м) :

$$l_s = 100 \text{ мм}.$$

Товщина фольги (мм) :

$$h_s = 35 * 10^{-3} \text{ мм}.$$

Прикладена напруга (В) :

$$U_{жив_s} = 5 \text{ В}.$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

Максимальний струм (А) :

$$I_{max_s} = 5 * 10^{-3} \text{ A.}$$

Максимальний струм (А) :

$$t2_s = \frac{I_s I_{max_s} \rho}{h_s U_{жив_s} 0,03} = 1,714 * 10^{-3} \text{ (мм).}$$

Примітка : Прикладена напруга і максимальний струм визначаються за схемою електричною принциповою та Datasheet на корпус. Довжина провідника обирається згідно довжини з'єднання в файлі pcb3.pcb.

Мінімально допустиму ширину провідника $t3$ з урахуванням допустимого рівня струму на ньому :

Максимальний струм (А) :

$$I_{max_s} = 5 * 10^{-3} \text{ A.}$$

Товщина фольги (мм) :

$$h_s = 35 * 10^{-3} \text{ мм.}$$

Допустима щільність струму провідника :

$$j_s = 20 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}.$$

$$t3_s = \frac{I_{max_s}}{h_s j_s} = 7,143 * 10^{-3} \text{ (мм).}$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Для силових

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у вузькому місці, мм:

Вибираємо за класом точності:

$$t_{min}D_p = 0,25 \text{ (мм)}.$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) :

$$\Delta tH_{op} = -0,05 \text{ мм},$$

$$t1V_p = t_{min}D_p + |\Delta tH_{op}| = 0,3 \text{ (мм)}.$$

Примітка : Для завдання підвищеної складності – клас точності 3, для завдань звичайної складності – клас точності 2.

Мінімальне значення ширини друкованого провідника t_1 у широкому місці, мм:

Вибираємо за класом точності на один менше:

$$t_{min}D_p = 0,45 \text{ мм}.$$

Допуск на ширину провідника (нижнє відхилення) :

$$\Delta tH_{op} = -0,01 \text{ (мм)},$$

$$t1III_p = t_{min}D_p + |\Delta tH_{op}| = 0,55 \text{ (мм)}.$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РК-51.468181.001 ПЗ

Лист
40

Примітка : Для завдання підвищеної складності – клас точності 2, для завдань звичайної складності – клас точності 1.

Мінімальне допустиму ширини провідника провідника t_2 з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому (3%) :

Питомий опір провідників :

$$\rho = 0,0180 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$$

Довжина провідника (м) :

$$l_p = 100 \text{ мм.}$$

Товщина фольги (мм) :

$$h_p = 35 \cdot 10^{-3} \text{ мм.}$$

Прикладена напруга (В) :

$$U_{\text{жив}p} = 14 \text{ В.}$$

Максимальний струм (А) :

$$I_{\text{max}p} = 1 \text{ А,}$$

$$t_{2p} = \frac{I_p I_{\text{max}p} \rho}{h_p U_{\text{жив}p} 0,03} = 0,122 \text{ (мм).}$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

Примітка : Прикладена напруга і максимальний струм визначаються за схемою електричною принциповою та Datasheet на корпус. Довжина провідника обирається згідно довжини з'єднання в файлі pcb3.pcb.

Мінімально допустиму ширину провідника $t3$ з урахуванням допустимого рівня струму на ньому :

Максимальний струм (A) :

$$I_{max_p} = 1 \text{ A.}$$

Товщина фольги (мм) :

$$h_p = 35 * 10^{-3} \text{ мм.}$$

Допустима щільність струму провідника :

$$j_p = 50 \frac{\text{A}}{\text{мм}^2},$$

$$t3_s = \frac{I_{max_p}}{h_p j_p} = 0,571 \text{ (мм).}$$

З розрахованих даних обираємо ширину провідників у вузькому та широкому місці, при цьому повинна умова :

Для силових :

У вузькому місці :

$$tmin_v \geq \begin{matrix} |t1V_p \\ |t2_p \\ |t3_p \end{matrix}$$

$$tmin_{v_s} = \max(t1V_p, t2_p, t3_p) = 0,571 \text{ (мм).}$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

У широкому місці :

$$tmin_w \geq \begin{matrix} |t1III_p \\ |t2_p \\ |t3_p \end{matrix}$$

$$tmin_{ws} = \max(t1III_p, t2_p, t3_p) = 0,571 \text{ (мм)}.$$

Для сигнальных :

У вузькому місці :

$$tmin_v \geq \begin{matrix} |t1Vs \\ |t2_s \\ |t3_s \end{matrix}$$

$$tmin_{vp} = \max(t1Vs, t2_s, t3_s) = 0,3 \text{ (мм)}.$$

У широкому місці

$$tmin_w \geq \begin{matrix} |t1III_s \\ |t2_s \\ |t3_s \end{matrix}$$

$$tmin_{wp} = \max(t1III_s, t2_s, t3_s) = 0,55 \text{ (мм)}.$$

Рекомендована ширина для сигнального провідника :

$$tmin_{wp} = 0,55 \text{ мм}.$$

Рекомендована ширина для сигнального провідника :

$$tmin_{ws} = 0,571 \text{ мм}.$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Якщо не можливо провести провідник шириною

$$tmin_{w_p} = 0,55 \text{ мм},$$

$$tmin_{w_s} = 0,571 \text{ мм}.$$

То можна використовувати

$$tmin_{v_p} = 0,3 \text{ мм},$$

$$tmin_{v_s} = 0,571 \text{ мм},$$

$$tmin_{w_s} = 0,571 \text{ мм}.$$

Розрахунок зазорів S між елементами друкованого монтажу :

Найменша номінальна відстань S_m між елементами провідникового рисунку (між двома провідниками)

Мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами (мм)

$$S_m = 0,25 \text{ мм}.$$

Допуск на ширину провідника (верхнє відхилення) (мм) :

$$\Delta tBo = 0,1 \text{ мм}.$$

Дальше підставим S_{min}

І отримуймо таке значення

$$S_{min} = S_m + \Delta tBo = 0,35 \text{ (мм)}.$$

Розрахунок мінімальної відстані L у вузькому місці для прокладання одного провідника між двома контактними майданчиками :

Діаметр контактного майданчика :

$$D_{1,2} = 1 \text{ мм}.$$

Відстань між елементами провідникового рисунку :

$$S_{min} = 0,35 \text{ мм}.$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

Кількість провідників :

$$N = 1.$$

Розміщення центрів осей :

$$T = 0,05 \text{ мм.}$$

Ширина провідника :

$$t_{min} = 0,55 \text{ мм.}$$

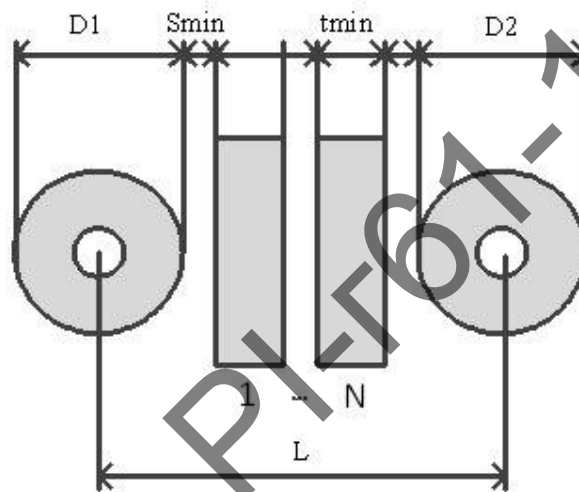


Рисунок 3.1 — Контактный майданчик

Дальше мы рассчитаем розрахунок мінімальної відстані L у вузькому місці для прокладання одного провідника між двома контактними майданчиками :

$$L = \frac{D1 + D2}{2} + Nt_{min} + S_{min}(N + 1) + T = 2,3 \text{ (мм).}$$

Отримуємо ось такі дані L = 2,3 мм

Якщо значення L менше, ніж відстань між виводами мікросхеми - то між ними можна провести N провідників.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ПК-51.468181.001 ПЗ

Лист
45

3.2 Вибір технології виготовлення друкованої плати

Було проаналізовано методи виготовлення друкованих плат і виходячи з того що плата металізована з 2 сторін, був обраний комбінований позитивний метод.

Даний метод застосовується при виробництві ДДП, а також при виготовленні внутрішніх шарів БДП, виконаних методом попарного пресування. За своєю суттю комбіновані способи виготовлення плат відносяться до напів-адитивних. Як і при субтрактивному методі, для виготовлення плат за напіваддитивною технології використовуються фольговані діелектрики. Однак є суттєва різниця: при виробництві полуаддитивним методом товщина застосовуваної фольги значно менше. У сучасних технологічних процесах виготовлення БДП з застосуванням полуаддитивних методів використовується фольга товщиною 18, 12, 9 і 5 мкм. Подальше формування малюнка провідників відбувається, як і при адитивних методах, шляхом гальванічного осадження міді з застосуванням фото-шаблонів [17].

3.3 Вибір матеріалу друкованої плати

Для виготовлення друкованих плат застосовуються багато матеріалів, такі як гетинакс, текстоліт, склотекстоліт, ебоніт, мікалекс, вініпласт і т. д. Розглянемо кілька матеріалів.

Гетинакс - шаруватий матеріал, виготовлений методом гарячого пресування зі спеціального паперу, просоченого фенолальдегідною або крезолальдегідною смолою. Має високі електроізоляційні властивості. Добре піддається механічній обробці.

Склотекстоліт - для його виготовлення застосовують скляні тканини, просочені спеціальними смолами. Відрізняється високою теплостійкістю (до 180 ° C), а також високими електроізоляційними і механічними властивостями; добре обробляється.

Текстоліт - пресований шаруватий матеріал, що виготовляється з бавовняної тканини або склакотканини, просоченої фенолальдегідною або

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

крезолальдегідною смолами. Він теплостійкий, має високі механічні властивості, добре обробляється і шліфується, стійкий проти стирання [18].

В якості матеріалу плати було вирішено обрати фольгований склотекстоліт FR-4 0,35/0,35 2,5 мм (товщина діелектрика – 2 мм, товщина металізації – 35 мкм). Склотекстоліт має високу механічну міцність, термостійкість, низькі втрати, високий поверхневий опір.

3.4 Вибір точності друкованої плати

Точність виробництва і щільність монтажу ДП залежать від технології виробництва. Існує 5 класів точності плат за ГОСТ 23751-86 (Рис. 3.2):

t – ширина друкованого провідника;

S – відстань між краями сусідніх елементів провідникового рисунку;

b – гарантійний;

γ – відношення номінального значення діаметра найменшого з металізованих отворів до товщини друкованої плати.

Δt – допуск на t

T_1 – допуск на розміщення контактних майданчиків

Условные обозначения элементов печатного монтажа	Класс точности ПП				
	1	2	3	4	5
t , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
s , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
b , мм	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025
$\gamma = d/H$	0,40	0,40	0,33	0,25	0,20
Δt , мм (без покрытия)	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$	0; $-0,03$
Δt , мм (с покрытием)	$+0,25$; $-0,20$	$+0,15$; $-0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$
T_1 , мм (ОПП, ДПП, ГПК и МПП — наружные слои)	0,15	0,10	0,05	0,03	0,03
T_1 , мм (МПП — внутренние слои)	0,20	0,12	0,10	0,05	0,03

Рисунок 3.2 — 5 класів точності ДП

Виходячи з цього обираємо 3 клас точності.

3.5 Розробка друкованої плати в програмі Altium Designer

В цьому розділі розроблена трасування друкований плати в програмі Altium Designer тобто було створено в редакторі PCB доріжки і полігони землі з двох сторін на рис 3.3 - 3.4

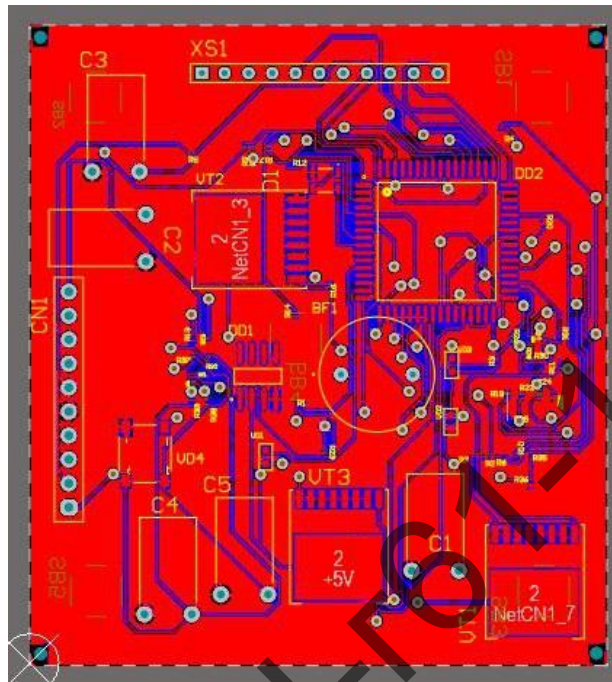


Рисунок 3.3 — Трасування у верхньому шарі

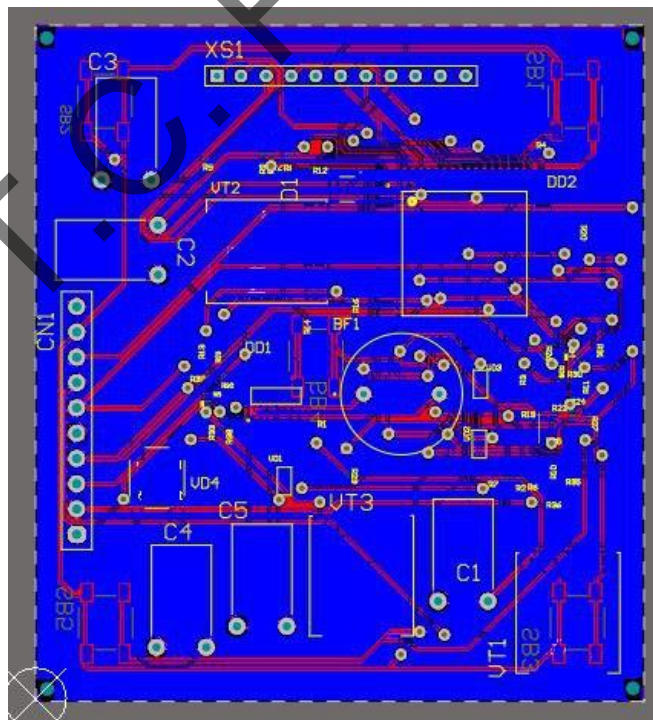


Рисунок 3.4 — Трасування у нижньому шарі

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РК-51.468181.001 ПЗ

Лист

48

Після всієї зробленої роботи остаточний вигляд блоку керування у 3Д вигляді показано на рис 3.5 – 3.6.

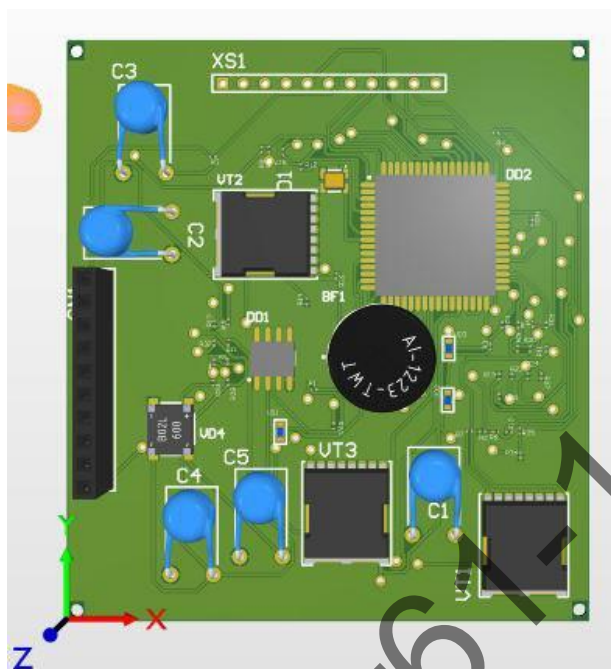


Рисунок 3.5 — Передній вид блоку керування

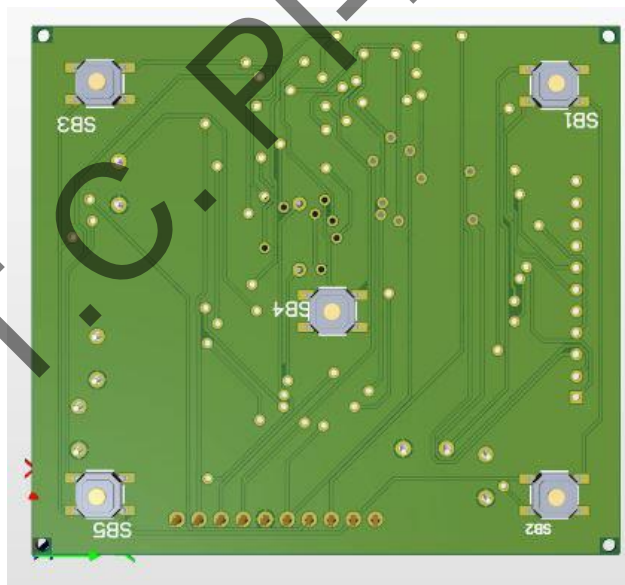


Рисунок 3.6 — Задній вид блоку керування

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РК-51.468181.001 ПЗ

Лист
49

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

У цьому розділі спроектовано загальну конструкцію пристрою, проведено розробку корпусу та розрахунки надійності.

4.1 Загальна конструкція

Загальна конструкція мультиварок буває двох типів:

- мультиварки без функції приготування їжі під тиском, які часто називають рисоварками, від яких цей тип мультиварок і походить. У багатьох країнах такі мультиварки продаються саме під цією назвою [19];
- мультиварки з функцією приготування їжі під тиском, або мультиварки– скороварки.

Конструкція мультиварки наведена на рис. 4.1.



Рисунок 4.1 — Конструкція мультиварки

До складу мультиварки входять:

- корпус, у якому знаходиться заглиблення для встановлення чаші для приготування їжі;
- чаша для приготування їжі, що може бути виготовлена зі сталі (для мультиварки – скороварки) або алюмінію та може мати тефлонове покриття або керамічне чи мармурове напилення, кожен тип покриття має свої плюси та мінуси;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РК-51.468181.001 ПЗ

Лист
50

- передня панель, на якій розташована панель керування, в якості елементів керування якої можуть використовуватися кнопки, поворотні перемикачі і сенсорні елементи. За панеллю керування прихований блок керування, який має вигляд друкованої плати з встановленими на неї напівпровідниковими елементами, головним з яких є мікропроцесор;

- кришка мультиварки може блокуватися замикаючим пристроєм, що не дає відкриватися кришці при збільшенні тиску, якщо це мультиварка-скороварка і має такий пристрій. Також у разі, якщо це мультиварка-скороварка на кришці розташований паровий клапан для регулювання тиску, кришка має посилене ущільнювальне кільце та контури захисту від зайвого тиску, що є додатковими каналами для випуску пари;

- шнур живлення, частіш за все відокремлюваний, який приєднується до спеціального пазу на корпусі мультиварки, та підключений до блоку живлення та комутації всередині мультиварки, який має вигляд друкованої плати з встановленими на неї напівпровідниковими елементами;

- нагрівальний елемент, який знаходиться всередині мультиварки під дном заглиблення, у яке встановлюється чаша для приготування їжі. У якості нагрівального елементу може використовуватися трубчастий нагрівальний елемент з ніхромовою спіраллю, або індукційний нагрівальний елемент. Також у стінках заглиблення мультиварки та всередині кришки можуть розташовуватися додаткові нагрівальні елементи, якщо мультиварка підтримує функції двомірного нагріву, чи 3D-нагріву;

- температурний/і датчик/и; • датчик/и тиску.

Принцип дії мультиварки буде залежить від того, який саме нагрівальний елемент використовується у конкретному приладі: ТЕН чи індукційний.

У першому випадку, зображеному на рис. 4.2 а, має місце нагрів ТЕНа струмом, що проходить скрізь ніхромову спіраль, там передача теплової енергії ТЕНа назовні, у заглиблення, у якому знаходиться чаша для

приготування їжі, яка виготовлена з металу (сталі чи алюмінію) с достатньою теплопровідністю.

У другому випадку, зображеному на рис. 4.2 б, нагрівання чаші з їжею досягається за допомогою індукційного нагрівального елемента – котушки індуктивності, що генерує електромагнітне поле, яке викликає появу вихрових струмів у електропровідних матеріалах. У разі мультиварки таким матеріалом є метал чаші для приготування їжі. Таким чином досягається висока рівномірність нагріву.

У разі наявності у мультиварці функцій двовірного нагрівання або 3d-нагрівання (рис. 4.2 а) і б) – 3 і 4 пункти), додаткові нагрівальні елементи розташовуються всередині бокових стінок заглиблення для чаші та (якщо це 3d-нагрівання) всередині кришки.

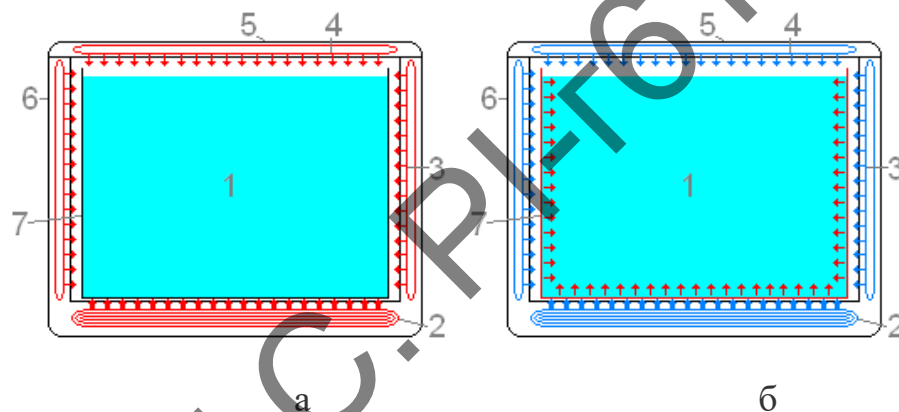


Рисунок 4.2 — Розміщення в мультиварці нагрівальних елементів у вигляді: а – ТЕНа; б – індукційного нагрівального елемента 1 – їжа, що готується у мультиварці; 2 – основний нагрівальний елемент; 3 – нагрівальний елемент боків заглиблення для чаші; 4 – нагрівальний елемент кришки; 5 – кришка мультиварки; 6 – корпус мультиварки; 7 – чаша для приготування їжі

Датчик температури має вигляд терморезистора, або термістора – напівпровідникового пристрою, що має електричний опір, який залежить від температури. Термістори поділяються на NTC– термістори та PTC– термістори, або позистори.

Датчик тиску має вигляд, що нагадує біметалічний датчик, але у цьому випадку пружина не біметалічна, а сталева, на пружині знаходиться металевий виступ, який упирається у виступ, що виступає з дна заглиблення всередині мультиварки, або до внутрішньої поверхні кришки мультиварки – при роботі приладу, накопичуваний тиск пари тисне через рухомі елементи на виступ пружини та вигинає пружину, що розмикає контакти, як біметалевий елемент біметалевого реле.

Таким чином, використання цих датчиків дозволяє мультиварці оправдувати свою назву та бути дійсно багатофункціональним приладом.

4.2 Розробка конструкції корпусу

У цьому підрозділі буде описана конструкція корпусу багатофункціонального кухонного пристрою. Виходячи з цього розглянули багато варіантів (корпусів) мультварок і зупинилися на вертикальному корпусі, оскільки такий корпус найбільш зручний для установки блоку керування індикатора для нашого приладу.

Корпус мультиварки може бути пластиковим або металевим. Пластиковий корпус менше нагрівається, може бути виконаний в різних кольорах. Металевий корпус міцніший, ніж пластиковий і дивлячись на це наш корпус в основному буде металічним [20].

Корпус орієнтовно повинен бути за розмірами; висота 35 см, ширина 35 см, глибина 35 см. Так як нашого корпусу прилягає блок управління, тоді внутрішня частина корпусу де знаходиться ТЕН або зовні нашої чаші який гріється за допомогою ТЕН повинен бути захищений від тепла. Є багато варіантів для такого роду захисту такі як теплової кран, скло тканину або використовувати керамічні чаші. Все це розглядаючи ми прийшли до висновку що могли б використовувати слюду товщиною 1 мм.

Слюда навіть при дуже сильному нагріванні вона не змінює своїх характеристик. Завдяки цій якості, її використовують в електроніці при

виробництві різних приладів застосовується при виготовленні побутової техніки [21].

4.3 Розрахунок надійності

Відповідно до вимог технічного завдання параметри блоку керування повинні зберігати свої значення протягом визначеного проміжку часу при роботі у встановлених умовах навколишнього середовища і при цьому повинна бути забезпечена імовірність того, що розроблювальний виріб не відмовить у цей період часу. З цією метою проведений оціночний розрахунок надійності для визначення середнього часу безвідмовної роботи.

Як модель розрахунку обрана модель, що має послідовну структуру надійності. При цьому вважається, що відмовлення будь-якого елемента чи компонента (плата, електричні з'єднання, резистивні чи ємнісні елементи і т.д.), що входять до складу виробу, приводить до його відмовлення в цілому. При розрахунку надійності виробу передбачається, що відмови елементів чи компонентів є незалежними випадковими подіями і середнє число відмов однакове для рівних по тривалості періодів роботи (найпростіший потік відмов), що дозволяє використовувати експонентний закон розподілу імовірностей відмов (на основі експонентного розподілу Пуассона):

$$P(t)=e^{-\lambda t}, \quad (4.1)$$

де $P(t)$ – імовірність безвідмовної роботи, λ – інтенсивність відмов, причому вважаємо, що інтенсивність відмов є постійною протягом усього часу експлуатації виробу, тобто $\lambda(t)=\text{const}$, t – проміжок часу, за який визначається імовірність безвідмовної роботи, що не перевищує період нормальної роботи виробу, тобто часовий проміжок для якого $\lambda(t)=\text{const}$.

Ця функція однозначна і цілком обумовлена, коли відоме значення єдиного параметра λ .

Для послідовної надійнісної структури виробу імовірність безвідмовної роботи виробу визначається по формулі:

$$P(t) = \prod_{i=1}^N n_i P_i(t) \quad (4.2)$$

де N-число типів елементів і компонентів, що входять до складу виробу, n_i -число елементів і компонентів i -го типу, $P(t)$ – імовірність безвідмовної роботи елементів і компонентів виробу в інтервалі часу t .

Передбачається, що при експлуатації виробу можливі періоди збереження, транспортування, чекання і роботи, при цьому вихідний ефект пропорційний сумарному числу безвідмовно пророблених інтервалів часу, а також передбачається, що в момент включення всі елементи і компоненти справні, і що працює вся сукупність вхідних до складу виробу елементів і компонентів, тобто не враховується реальний час роботи окремого елемента чи компонента в масштабі часу роботи виробу.

Вихідною розрахунковою величиною є інтенсивність відмовлень λ виробу, що обумовлена як сума базових інтенсивностей відмовлень елементів і компонентів n , що входять до складу виробу, з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_{бi} K_E K_H, \text{ год}^{-1}, \quad (4.3)$$

де $\lambda_{бi}$ – базова (вихідна) інтенсивність відмовлень i -го елемента; K_H – коефіцієнт режиму, що враховує зміни $\lambda_{бi}$ в залежності від електричного навантаження і (чи) температури поблизу цього елемента; K_E – коефіцієнт експлуатації, що враховує ступінь жорсткості умов експлуатації, чи ступінь впливу навколишнього середовища.

При розрахунку надійності блока керування коефіцієнт експлуатації був прийнятий рівним 1, тобто максимально можливим.

Час безвідмовної роботи при експонентному законі розподілу відмовлень визначається як:

$$T = 1/\lambda_{\text{год}}. \quad (4.4)$$

Базові значення інтенсивності відмов елементів і компонентів, що входять у вузли виробу, узяті з відповідних каталогів для комплектуючих закордонних фірм.

Значення інтенсивностей відмов елементів і компонентів розраховані за допомогою програми АСРН. Автоматизована система розрахунку надійності (АСРН) розроблена на базі довідника "Надійність електрорадіовиробів" і дозволяє розраховувати надійність модулів 1-го і 2-го рівнів без резервування в режимі експлуатації і збереження в складі рухливих і нерухомих об'єктів. Далі приведені розрахункові показники інтенсивності відмов складових частин і всього зразка в цілому.

По приведеним далі розрахунках інтенсивність відмов блоку в цілому складає величину $10,1 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

У цьому випадку середній час безвідмовної роботи буде дорівнювати:

$$T = \frac{1}{10,1 \times 10^{-6}} = 99009, \text{ год}. \quad (4.5)$$

Імовірність безвідмовної роботи протягом середнього часу безвідмовної роботи

(тобто імовірність того, що в межах заданого тимчасового проміжку не відбудеться відмов виробу) протягом, наприклад, 100 годин не перевищить значення:

$$P_{(100)} = e^{-\lambda 100} = 0,9989. \quad (4.6)$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для проміжку часу 1000 годин імовірність безвідмовної роботи складе

$$P_{(1000)} = e^{-\lambda} 1000 = 0,99, \quad (4.7)$$

Таким чином, отримана при розрахунку величина середнього часу безвідмовної роботи модулятора 99009 год. відповідає вимогам технічного завдання. Збільшення середнього часу безвідмовної роботи можливо при уточненні електричних режимів кожного елемента, при відпрацьовуванні технології виготовлення в цехових умовах і введення додаткових заходів з контролю якості виробництва.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в умовах трудової діяльності. Роботодавець - власник підприємства, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю. Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом) [22].

Метою цього розділу є визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих фактів при розробці, виготовленні та експлуатації спроектованого пристрою, а також розробка технічних рішень та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії і визначення основних заходів пожежної безпеки

5.1 Визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих фактів при розробці, виготовленні та експлуатації спроектованого пристрою.

При проектуванні виготовляється пристрої на робочих може впливати ряд поганих і небезпечних факторів. Деякі технологічні моменти роботи при приготувань приладу потребують роботи з електричним струмом і нагрівальними елементами. У свою чергу це все створює додаткові небезпечні і шкідливі впливи на робочих і вимагає більш сильного дотримання правил охорони праці та створення відповідних положень для безпечної роботи.

Визначимо можливі негативні впливи , при розробці та виготовленні розроблюваного пристрою:

- недостатній рівень освітленості робочої зони (ДБНВ 2.5-28-2006);

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

- невідповідність параметрів мікроклімату робочої зони санітарним нормам (*ГОСТ 12.1.005–88 та ДСН 3.3.6.042–99*);
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих та небезпечних речовин у концентраціях, що перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).
- небезпека ураження електричним струмом через несправність електроінструменту та необережності (розроблюваний пристрій живиться від мережі змінного струму напругою 220 В. Можливий контакт працівника із високовольтною частиною пристрою). Розроблюваний пристрій та електроустаткування робочої зони повинне відповідати вимогам *ДСТУ ІЕС 61.140.2015*;
- небезпека опіку при необережному користуванні нагрівальним інструментом (у тому числі й паяльником). Необхідно бути максимально уважним та обережним, брати нагрівальний електроінструмент за спеціальні частини (ручку, теплоізований корпус і т.д.). Температуру *EPE* найкраще перевіряти термометром, для уникнення опіків у випадку несправності пристрою та значного перегріву елементів;
- вплив низки психофізіологічних факторів (фізичні перевантаження (як статичні, так і динамічні) та нервово-психічні перевантаження (монотонність роботи, емоційні перевантаження)). Необхідно робити планові перерви при роботі за комп'ютером, чергувати різні види діяльності (стоячу працю із сидячою, статичні навантаження з динамічним, фізичну роботу з розумовою).

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Відповідність характеристик виробничого приміщення існуючим санітарним нормам

Для оптимальної роботи при приготувань і розробці приладу необхідно дотримуватися існуючих санітарних норм.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

Визначимо тепер обсяг і площа кімнати на одного працівника. Згідно вищенаведеним санітарним нормам ці параметри повинні бути не менше 4,5 м² для площі і не менше 15 м³ для обсягу. Перевіримо відповідність параметрів розрахунком для робочого місця.

Спільна робоча площа кімнати:

$$S = AB,$$

де: S – площа приміщення, м²; A – довжина приміщення, м; B – ширина приміщення, м;

Дане кімната лабораторії має довжину $A = 6,5$ м, а ширину $B = 5$ м.

Тоді площа кімнати дорівнює: $S = 32,5$ м². У кімнаті постійна працюють 3 людини. Тому площа, яка припадає на одну людину становить 11 м², відповідає встановленим вимогам. Тепер перевіримо стандарт розрахункового обсягу кімнати на одну людину.

Спільна робоча площа кімнати

$$V = Sh,$$

де: V – об'єм приміщення, м³; S – площа приміщення, м²; h – висота приміщення, м.

Дана кімната лабораторії має робочу площу $S = 32,5$ м² а висота $h = 2,5$ м. Тоді обсяг кімнати дорівнює $V = 81,25$ м³

У кімнаті постійна працюють 3 людини. Тому обсяг, що припадає на одну людину становить 27 м³, що повністю задовольняє стандартам.

5.2.2 Відповідність параметрів мікроклімату робочого приміщення санітарним нормам

Одним з головних чинників, які значно впливають на продуктивність праці та здоров'я працівників, є мікроклімат.

Мікроклімат виробничих приміщень - це комплекс фізичних факторів, що впливають на теплообмін людини і визначають самопочуття, працездатність,

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
						60
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

здоров'я і продуктивність праці. Підтримка мікроклімату робочого місця в межах гігієнічних норм - найважливіше завдання охорони праці [23].

Для забезпечення комфортних умов необхідно підтримувати тепловий баланс між виділеннями теплоти і організмом людини. Забезпечити тепловий баланс можна, регулюючи значення параметрів мікроклімату в приміщенні (температури, відносної вологості повітря і швидкості руху повітря). Підтримування зазначених параметрів на рівні оптимальних значень, забезпечує комфортні умови для людини, а на рівні допустимих - гранично допустимі, при яких система терморегулювання організму людини забезпечує тепловий баланс і не допускає перегріву або переохолодження організму. Основними методами забезпечення необхідних параметрів мікроклімату і складу повітряного середовища є застосування систем вентиляції, опалення та кондиціонування повітря. Кондиціонуванням повітря називається автоматичне підтримування в приміщеннях заданих оптимальних параметрів мікроклімату і чистоти всередині приміщення. У холодну пору року для підтримання в приміщеннях оптимальної температури повітря застосовується парове, водяне і електричне опалення [24].

Оптимальні умови мікроклімату встановлені для постійних. Оптимальні величини температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні за ДСН 3.3.6.042 - 99 наведено в таблиці 5.1

Таблиця 5.1

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний	Легка Іа	22 – 24	60 – 40	0,1
Теплий		23 – 25	60 – 40	0,1

Допустимі значення мікрокліматичних умов, встановлюються у випадках, коли на робочому місці не можна забезпечити оптимальні величини, мікроклімату. Величини показників допустимих мікрокліматичних умов, встановлюють для постійних і непостійних робочих місць (наведемо

лише для постійних). Допустимі величини деяких параметрів мікроклімату в робочій зоні не повинні виходити за межі показників, наведених у таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Період року	Категорія робіт	Температура, °C		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	Легка Іа	25	21	75	не більше 0,1
Теплий		28	22	55 (при 28°C)	0,2 – 0,1

У робочому приміщенні у теплий період року параметри не виходять за допустимі межі. Лише інколи швидкість руху повітря може перевищувати допустиму у зв'язку із тим, що здійснюється в основному природна вентиляція приміщення через відчинені вікна, можуть виникати протяги. Можливий шлях вирішення проблеми – слідкувати за тим, щоб входні двері були зачинені.

У холодний період року температура теж знаходиться у межах норми (для обігрівання застосовується мережа централізованого опалення), вологість та швидкість руху повітря теж цілком задовольняють вимоги.

5.2.3 Відповідність освітлення робочих місць санітарним нормам

Відповідність освітлення робочих місць санітарним нормам є дуже важливою складовою забезпечення охорони праці на виробництві та продуктивної праці у загальному. Недостатній рівень освітлення робочого місця, насамперед, вимагає надлишкового напруження м'язів очей, тому очі швидко втомлюються, збільшується ймовірність отримати травму. За тривалої роботи в умовах недостатнього освітлення можливе навіть погіршення зору. Тому дуже необхідно забезпечити відповідність освітлення робочого місця санітарним нормам (ДБН В.2.5.–28–2006).

Освітлення робочого місця суміщене – у світлу пору доби використовується природне освітлення через вікна у стіні будівлі, у темну пору доби – штучне освітлення люмінесцентними лампами. Додатково застосовується штучне місцеве освітлення у вигляді настільної лампи із лампою розжарювання.

У якості джерел загального штучного освітлення використовуються світильники із лампами типу ЛБ-80, а як джерела місцевого штучного освітлення – настільна лампа із лампою розжарювання потужністю 60 Вт.

Освітленість робочого місця розраховується за наступною формулою:

$$E = N\Phi_{\text{п}}\eta / SK_3Z, \quad (5.1)$$

де: N – загальна кількість світильників (у даному приміщенні наявні 10 світильників); $\Phi_{\text{п}}$ – світловий потік світильника (для одного дволампового світильника світловий потік прийmemo 9390 Лм); η – коефіцієнт використання світлового потоку (розрахується нижче); S – площа приміщення, що освітлюється (прийmemo рівними 27 м²); K_3 – коефіцієнт запасу (прийmemo рівним 1,5 для приміщень, де використовуються люмінесцентні лампи із концентрацією пилу менше 1 мг/м³); Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (прийmemo рівним 1,1).

При цьому враховується коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$, коефіцієнт відбиття стін $\rho_{\text{стін}} = 0,5$) та індекс приміщення.

Індекс приміщення розрахуємо наступним чином:

$$i = AB / h_c(A + B), \quad (5.2)$$

де: A – довжина приміщення (прийmemo $A = 6$ м); B – ширина приміщення (прийmemo $B = 4,5$ м); h_c – висота підвісу світильників над робочою поверхнею ($h_c = 2,8$ м).

Підставимо початкові дані у вираз (5.2) і отримаємо :

$$i = 0,91.$$

Визначили, що коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,42$.

					РК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

Підставимо початкові дані у вираз (5.1) і отримаємо :

$$E = 886 \text{ Лк.}$$

Згідно із вимогами ДБН В.2.5.-28-2006, фактичний рівень освітлення робочих місць за середнього контрасту розрізнення об'єктів, середнього фону, розряду зорової роботи 3в високої точності, повинен складати найменше 300 Лк. Отриманий результат значно перевищує цю межу. Тому робимо висновок, що рівень наявного штучного освітлення цілком задовольняє вимоги.

На робочому місці монтажника місцеве освітлення повинне забезпечити освітленість не менше 750 Лк. Оскільки загального освітлення цілком досить (886 Лк), то можна було б використовувати лише його. Однак, при монтажі плати пристрою буде присутня робота із досить дрібними деталями, тому все ж застосуємо настільну лампу із лампою розжарювання потужністю 60 Вт.

Розрахуємо освітленість робочої зони за допомогою цієї лампи:

$$E = \frac{N\Phi_{\text{п}}n\mu\psi L}{1000K_3}, \quad (5.3)$$

де: N – кількість світильників ($N = 1$); $\Phi_{\text{п}}$ – світловий потік лампи розжарювання потужністю 60 Вт ($\Phi_{\text{п}} = 700 \text{ Лм}$); n – кількість ламп у світильнику ($n = 1$); μ – коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості від оточуючих предметів ($\mu = 1,2$); ψ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу робочої площини ($\psi = 1$); L – коефіцієнт, що враховує умовну освітленість ($L = 100$); K_3 – коефіцієнт запасу (прийmemo рівним 1,5 для приміщень, де використовуються люмінесцентні лампи із концентрацією пилу менше 1 мг/м³).

Підставимо початкові дані у вираз (5.3) і отримаємо :

$$E = 56 \text{ Лк.}$$

Таким чином, буде забезпечено додаткове освітлення робочої зони.

5.2.4 Електробезпека на робочому місці

Спроектоване джерело живлення передбачається встановлювати в електропристрої I – III класів за електробезпекою. Відповідно до класифікації

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

ГОСТ 12.2.007.0 – 75 інше електрообладнання, що розташоване у приміщенні належить до I класу електрозахисту (обладнання, що має робочу ізоляцію, елементи заземлення та провід без заземлюючої жили) та I класу електрозахисту (обладнання, що під'єднується до мережі живлення вилкою із трьома контактними елементами, один із яких з'єднано із заземленим контактом розетки).

Приміщення, у якому проводяться роботи, можна класифікувати як приміщення без підвищеної небезпеки ураження персоналу електричним струмом, оскільки:

- підлога не є струмопровідною (лінолеум є діелектриком);
- відносна вологість повітря не перевищує 75%;
- температура повітря всередині приміщення не перевищує 35°C;
- виключаються випадки одночасного доторкання людини до елементів конструкцій, що з'єднані із землею та металевими елементами електроустаткування;

Згідно із ДСТУ ІЕС 61.140.2015 розроблюваний пристрій належить до I класу захисту (обладнання, що має робочу ізоляцію та елемент заземлення, під'єднується до мережі живлення вилкою із трьома контактними елементами, один із яких з'єднано із заземлюючою жилою).

Для зменшення значення напруги дотику та відповідних величин струмів за нормального та аварійного режиму роботи електроустаткування необхідно виконати повторне захисне заземлення нульового дроту.

Підключення електроустановок виконане із дотриманням вимог ПУЕ.

5.2.5 Розрахунок електромережі із зануленням на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи електрообладнання

Струм короткого замикання розрахуємо за допомогою виразу:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{R_{\phi} + R_n + Z_n}, \quad (5.4)$$

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

де: U_{ϕ} – фазова напруга ($U_{\phi} = 220 \text{ В}$); R_{ϕ} – опір фазового дроту ($R_{\phi} = 0,5 \text{ Ом}$); R_n – опір нульового дроту ($R_n = 0,5 \text{ Ом}$); Z_n – розрахунковий опір трансформатора (прийmemo $Z_n = 0,1 \text{ Ом}$).

Підставимо отримані параметри у вираз (5.4) і отримаємо :

$$I_{\text{к.з.}} = 200 \text{ А.}$$

Для надійного спрацювання струм захисних автоматів необхідне виконання нерівності

$$I_{\text{к.з.}} \geq 1,4 I_{\text{авт.}}$$

Тобто, необхідно застосувати струм захисні автомати зі струмом спрацювання не більше 142 А. Із стандартних значень струму спрацювання обираємо автомат на струм 40 А.

Розрахуємо тепер напругу дотику до зануленого електрообладнання:

$$U_{\text{дот.}} = I_{\text{к.з.}} R_n = 100 \text{ (В)}.$$

Отже, розрахована напруга дотику менша, ніж максимально допустима ($U_{\text{дот}} < U_{\text{доп}} = 500 \text{ В}$) за час спрацювання автоматів струмового захисту ($t < 0,1 \text{ с}$) не перевищує допустимого значення, що відповідає вимогам ПУЕ - 2017. Також необхідно зазначити, що при налагодженні пристрою необхідно дотримуватися обережності, оскільки частина розроблюваного пристрою знаходиться під високою напругою (близько 300 В).

Усе електроустаткування приміщення встановлено та під'єднано у відповідності до вимог ПУЕ та ПБЕ. Додаткових заходів щодо підвищення електробезпеки у робочому приміщенні вводити не потрібно.

5.3 Пожежна безпека

Згідно з ДСТУ Б.В.1.1-36.2016 та ОПТП24-86 приміщення, де виконуються електромонтажні роботи, за рівнем вибухо – пожежної небезпеки належать до категорії В (пожежонебезпечні). В приміщенні знаходяться тверді горючі речовини, що не здатні переходити в зважений

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

стан, тому робочі зони приміщення за пожежонебезпекою згідно з ДНАОП 0.0.1.32.01. відповідно до класу П – П.

Причиною виникнення пожежі може бути порушення ізоляції струмоведучих дротів, коротке замикання, паління в приміщенні і порушення правил експлуатації електроприладів.

На випадок виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. Потрібна кількість виходів, ширина проходів та ступінь вогнестійкості будівлі повинна відповідати ДБН 11.7-2016.

В будівлі присутні три евакуаційні виходи — фасад і два виходи з бокових сторін.

Кількість, розташування та умови зберігання засобів для гасіння пожежі (вогнегасники, пожежні гідранти і т.п.) повинні відповідати ГОСТ 3675-98, ISO 3941-77.

В приміщенні встановлені два вогнегасники ВВ-8 — вугле кисневих восьми літрових для гасіння електроустановок напругою до 1000 В.

Передбачаються наступні заходи з метою забезпечення пожежної безпеки:

- Постійний контроль стану засобів пожежогасіння;
- Контроль за станом ізоляції струмоведучих дротів;
- Заборонено паління в приміщенні;
- Неприпустимість перевантажень, перегріву при роботі обладнання;
- Заборона експлуатації обладнання з саморобними запобіжниками;
- Неприпустимість знаходження в приміщенні горючих та вибухонебезпечних речовин.
- Встановлення пожежних сповіщувачів потрібного типу, які зможуть захистити увесь виробничий простір.

Система автоматична пожежна сигналізація виконана згідно з вимогами ДБН В.2.5 – 56 – 2014

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши наявні аналоги багатофункціональних кухонних пристроїв на ринку, було прийнято рішення провести модернізацію блоку керування.

2. Розроблено структурну схему блоку керування і проведено вибір елементів.

3. Було зроблено проектування електронного модуля, вибір технології виготовлення, матеріалів і вибір точності друкованої плати. Далі було розроблено в Altium Designer блок керування.

4. Розроблена загальна конструкція приладу і проведено розрахунок надійності.

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Кто придумал мультиварку, кто и когда ее первой изобрел. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням <https://vk.com/@chefcat-kto-pridumal-multivarku-kto-i-kogda-ee-pervyi-izobrel>. Останній вхід 13.06.19
2. Каким образом работает мультиварка ?. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням <https://sovetexpert.ru/kak-rabotaet-multivarka.html> Останній вхід 13.06.19
3. Что лучше – мультиварка или скороварка ? Каждому свое. Чем отличаются хорошие мультиварки от не очень. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням <https://pest-stop.ru/rodents/chto-luchshe---multivarka-ili-skorovarka-kazhdomu-svoe-chem-otlichayutsya-horoshie.html> . Останній вхід 13.06.19
4. Мультиварка Redmond rmc – m23. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням https://redmond.company.ru/products/multicookers/multivarka-redmond-rmc-m23/?popup_shown=Y. Останній вхід 13.06.19
5. Мультиварка – скороварка moulinex ce500e32. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням <https://bt.rozetka.com.ua/696134/p696134/>. Останній вхід 13.06.19
6. Panasonic sr-tmz550. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням <http://panatex.com.ua/index.php/kuhonnay-tehnika/multivarki/262-panasonic-sr-tmz550>. Останній вхід 13.06.19
7. Мультиварка redmond rmc-m90. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням <https://bt.rozetka.com.ua/redmond-rmc-m90/p306696/>. Останній вхід 13.06.19
8. Мультиварка polaris evo 0225. [Электронный ресурс]. Доступно за посиланням https://bt.rozetka.com.ua/polaris_evo_0225/p12202702/. Останній вхід 13.06.19

9. Мультиварка tefal spherical bowl rk815. [Електронний ресурс].
Доступно за посиланням https://bt.rozetka.com.ua/tefal_rk815/p47238944/. Останній вхід 13.06.19
10. Особенности построения систем управления мультиварок. [Електронний ресурс].
Доступно за посиланням http://www.radioradar.net/repair_electronic_technics/repair_home_appliances/features_construction_multivarka_control_systems.html. Останній вхід 13.06.19
11. Автоматизація дослідження мультиварок. [Електронний ресурс].
Доступно за посиланням http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/38650/1/vestnik_KhPI_2018_32_Hryshchuk_Avtomatyzatsiia_doslidzhennia.pdf. Останній вхід 13.06.19
12. Технология изготовления печатных плат. [Електронний ресурс].
Доступно за посиланням <http://echemistry.ru/assets/files/tehnologiya-izgotovleniya-pechatnyh-plat.-uchebnoe-posobie.pdf>. Останній вхід 13.06.19
13. Выбор материала печатной платы. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням <http://studentpmr.ru/?p=9581>. Останній вхід 13.06.19
14. Современный бред бытовой техники. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням <https://www.kp.ru/guide/kakaja-mul-tivarka-luchshe.html>. Останній вхід 13.06.19
15. Закон Украины об охране труда. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням <http://ohranatruda.in.ua/pages/21/>. Останній вхід 13.06.19
16. Микроклимат производственных помещений. [Електронний ресурс].
Доступно за посиланням <https://websot.jimdo.com/обучение/учебный-курс/микроклимат-производственных-помещений/>. Останній вхід 13.06.19
17. Микроклимат помещений. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням https://studbooks.net/1383582/bzhd/mikroklimat_pomescheniy. Останній вхід 13.06.19.

ДОДАТОК А ТЕХНІЧЕ ЗАВДАННЯ

Кенесов Т.С. РІ-61-1, 2019

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
						71
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ

Кенесов Т.С. РІ-61-1, 2019

					ПК-51.468181.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72